PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 10. 15. Februar 1902. 3. Jahrgang.
Redaktionsschluss für No. 11 am 19. Februar 1902.

INHALT.

Originalmitteilungen:
E. Riecke, Zu meiner Notiz „Schwebungen bei erzwungener Schwingung". S. 201.
G. Lüdeling, Ergebnisse 10jähriger magnetischer Beobachtungen in Potsdam. S. 203.
J. Kossonogoff, Zur Frage der Dielektrika. S. 207.
A. Gockel, Beobachtungen des elektrischen Zerstreuungsvermögens der Atmosphäre und des Potentialgefälles im südlichen Algier und an der Küste von Tunis. S. 208.
E. Rutherford, Übertragung erregter Radioaktivität. S. 210.
J. J. Taudin Chabot, Das rotierende Magnetfeld, eine verallgemeinerte Methode seiner Erzeugung und das „Drehfeld im Raume". S. 215.

Vorträge und Diskussionen von der 73. Naturforscherversammlung zu Hamburg:
M. Möller, Dreh- und Centralschwingung in Beziehung zu Magnetismus und Elektrizität. S. 216.
L. Grunmach, Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung flüssiger Luft. S. 217.
O. Lummer, Ein Photometer zur Messung der Helligkeit benachbarter Teile einer Fläche (Interferenz-Photo- und Pyrometer). S. 219.

Referate:
R. Neuhauss, Direkte Farbenphotographie durch Körperfarben. S. 223.

Tagesereignisse. S. 224.
Personalien. S. 224.
Berichtigungen. S. 224.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Zu meiner Notiz „Schwebungen bei erzwungener Schwingung"[1])

Von Eduard Riecke.

Eine Mitteilung, die Herr Max Wien so freundlich war, mir brieflich zu machen, veranlasst mich, auf die angeführte Notiz zurückzukommen. Es lag mir daran, durch einen möglichst einfachen Versuch zu zeigen, dass die erzwungene Schwingung eines Körpers im allgemeinen verbunden ist mit der freien. Wenn ein Wellenzug auf ein schwingungsfähiges Teilchen trifft, so schwingt dieses im allgemeinen nicht bloss mit der Periode der Wellen, sondern auch mit der ihm eigentümlichen Periode seiner freien Schwingung. Das von mir benutzte Doppelpendel kann zur Erläuterung dieses Satzes natürlich nur dienen, wenn die Masse des unteren Pendels verschwindend klein ist gegenüber der Masse des oberen, ein Verhältnis, dem ich mich bei der Ausführung des Versuches einigermassen zu nähern suchte. Im allgemeinen fällt die Schwingung eines Doppelpendels unter die Theorie, welche Herr Max Wien in seiner Abhandlung „Über die Rückwirkung eines resonierenden Systems"[2]) entwickelt hat. Ich wurde von anderen Überlegungen aus zu der Ausführung des Versuches veranlasst, und daher kommt es, dass ich den Zusammenhang meines Versuches mit der allgemeinen Theorie von Wien nicht berücksichtigt habe. Es ist aber vielleicht nicht ohne Interesse, zu zeigen, dass die von mir gegebenen Formeln in der That als ein Grenzfall in jener Theorie enthalten sind.

1) Diese Zeitschr. **3**, 130, 1902.
2) Wied. Ann. **61**, 151, 1897.

Die Massen der beiden Pendel seien in den Endpunkten der Pendelfäden konzentriert, der untere Pendelfaden sei an das untere Ende des oberen angeknüpft. Den Befestigungspunkt des oberen Pendels machen wir zum Anfangspunkt eines rechtwinkligen Koordinatensystems, dessen z-Achse vertikal nach unten gehe, dessen x-Achse horizontal liegen möge. Wir führen dann die folgenden Bezeichnungen ein:

	Oberes Pendel	Unteres Pendel
Masse des Pendels . . .	m_1	m_2
Koordinaten der Pendelmasse	x_1, z_1	$x_2\ z_2$
Länge des Pendelfadens . .	l_1	l_2
Spannung des Pendelfadens .	t_1	t_2 .

Die Bewegungsgleichungen sind:

$$m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} = -\frac{t_1}{l_1} x_1 + \frac{t_2}{l_2}(x_2 - x_1),$$

$$m_1 \frac{d^2 z_1}{dt^2} = m_1 g - \frac{t_1}{l_1}\cdot z_1 + \frac{t_2}{l_2}(z_2 - z_1).$$

$$m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} = -\frac{t_2}{l_2}(x_2 - x_1),$$

$$m_2 \frac{d^2 z_2}{dt^2} = m_2 g - \frac{t_2}{l_2}\cdot(z_2 - z_1).$$

Dazu kommen die Bedingungen:

$$x_1^2 + z_1^2 = l_1^2; \quad (x_2 - x_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 = l_2^2.$$

Für den Fall unendlich kleiner Schwingungen ergiebt sich:

$$\frac{d^2 x_1}{dt^2} = -g\left\{\frac{1}{l_1} + \frac{m_2}{m_1}\left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2}\right)\right\} x_1 + g\frac{m_2}{m_1}\cdot\frac{1}{l_2} x_2,$$

$$\frac{d^2 x_2}{dt^2} = \frac{g}{l_2}(x_1 - x_2).$$

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
LIBRARY
WOODS HOLE, MASS.

Damit sind die Gleichungen auf den Typus derjenigen reduziert, welche Herr Wien l. c. S. 155 aufgestellt und im folgenden ausführlich untersucht hat. Wir setzen zur Abkürzung:

$$g\left\{\frac{1}{l_1}+\frac{m_2}{m_1}\left(\frac{1}{l_1}+\frac{1}{l_2}\right)\right\}=a\,,\quad g\,\frac{m_2}{m_1}\cdot\frac{1}{l_2}=b\,,$$

$$\frac{g}{l_2}=c\,.$$

Dann ergiebt sich für x_1 wie für x_2 die Gleichung vierter Ordnung:

$$\frac{d^4x}{dt^4}+(a+c)\frac{d^2x}{dt^2}+c\,(a-b)\,x=0\,.$$

Wir machen für x den Ansatz:

$$x=A\,sin\,(n\,t+\alpha)\,,$$

und erhalten zur Bestimmung von k die Gleichung:

$$n^4-(a+c)\,n^2+c\,(a-b)=0\,.$$

Daraus folgt:

$$n_1{}^2=\frac{g}{2}\left(1+\frac{m_2}{m_1}\right)\left(\frac{1}{l_1}+\frac{1}{l_2}\right)+\frac{g}{2}$$

$$\sqrt{\left(\frac{1}{l_1}-\frac{1}{l_2}\right)^2+\frac{m_2}{m_1}\left(\frac{1}{l_1}+\frac{1}{l_2}\right)^2}\quad\sqrt{1+\frac{m_2}{m_1}}$$

$$n_2{}^2=\frac{g}{2}\left(1+\frac{m_2}{m_1}\right)\left(\frac{1}{l_1}+\frac{1}{l_2}\right)-\frac{g}{2}$$

$$\sqrt{\left(\frac{1}{l_1}-\frac{1}{l_2}\right)^2+\frac{m_2}{m_1}\left(\frac{1}{l_1}+\frac{1}{l_2}\right)^2}\quad\sqrt{1+\frac{m_2}{m_1}}\,.$$

Setzt man nun:

$$x_1=A_1\,sin\,(n_1\,t+\alpha_1)+B_1\,sin\,(n_2\,t+\beta_1)\,,$$
$$x_2=A_2\,sin\,(n_1\,t+\alpha_2)+B_2\,sin\,(n_2\,t+\beta_2)\,.$$

so ergeben sich zunächst die Beziehungen:

$$\alpha_1=\alpha_2=\alpha\,,\quad \beta_1=\beta_2=\beta\,.$$

$$A_1=\frac{l_2}{g}\left(\frac{g}{l_2}-n_1{}^2\right)A_2\,,\quad B_1=\frac{l_2}{g}\left(\frac{g}{l_2}-n_2{}^2\right)B_2\,.$$

Den Anfangspunkt der Zeitmessung kann man so wählen, dass $\alpha=0$ wird; soll für die Zeit Null x_2 gleich Null sein, so muss auch $\beta=0$ gesetzt werden; damit wird dann für $t=0$ auch $x_1=0$. Wir nehmen ferner an, dass das Pendel m_2 zu Anfang in Ruhe sei, dann folgt aus

$$\frac{dx_2}{dt}=0\quad\text{für}\quad t=0:$$

$$n_2\,B_2=-\,n_1\,A_2\qquad \frac{A_2}{B_2}=-\frac{n_2}{n_1}.$$

Endlich sei die Anfangsgeschwindigkeit des Pendels m_1 gleich c_1, dann ist:

$$c_1=n_1\,A_1+n_2\,B_1\,.$$

Aus diesen Gleichungen ergeben sich die folgenden Werte für die Amplituden:

$$A_2=\frac{g}{l_2}\,\frac{c_1}{n_1\,(n_2{}^2-n_1{}^2)}\,,\quad B_2=-\frac{g}{l_2}\cdot\frac{c_1}{n_2\,(n_2{}^2-n_1{}^2)}$$

$$A_1=\frac{\left(\frac{g}{l_2}-n_1{}^2\right)c_1}{n_1\,(n_2{}^2-n_1{}^2)}\,,\quad B_1=-\frac{\left(\frac{g}{l_2}-n_2{}^2\right)c_1}{n_2\,(n_2{}^2-n_1{}^2)}\,.$$

Wir gehen nun über zu dem Grenzfall, zu dessen Erläuterung das in meiner früheren Notiz erwähnte Experiment dienen sollte; in diesem ist $\frac{m_2}{m_1}=0$ zu setzen, und damit wird:

$$n_1{}^2=\frac{g}{l_1}\,,\quad n_2{}^2=\frac{g}{l_2}\,.$$

Somit:

$$A_2=c_1\sqrt{\frac{l_1}{g}}\cdot\frac{l_1}{l_1-l_2}\,,$$

$$B_2=-\,c_1\sqrt{\frac{l_2}{g}}\,\frac{l_1}{l_1-l_2}\,;$$

$$A_1=c_1\sqrt{\frac{l_1}{g}}\,,\quad B_1=0\,.$$

Das Pendel m_1 führt eine einfache Pendelschwingung aus mit der ihm eigentümlichen Schwingungszahl $\frac{n_1}{2\pi}$, das Pendel m_2 führt eine kombinierte Schwingung aus, eine mit der Schwingungszahl von m_1, die andere mit seiner eigenen Schwingungszahl $\frac{n_2}{2\pi}$. Den Fall, dass die Längen l_1 und l_2 einander genau gleich sind, schliessen wir aus, er würde eine besondere Untersuchung erfordern. Sind die Pendellängen l_1 und l_2 einander nur nahe gleich, so sind kleine Amplituden des Pendels m_1 mit sehr grossen von m_2 verbunden; überdies sind nun auch die Amplituden der beiden Komponenten von x_2 einander nahezu gleich, d. h. es treten ausgeprägte Schwebungen auf. Das sind dieselben Sätze, die ich früher aus der Theorie der erzwungenen Schwingung abgeleitet hatte. Auch der Wert für das Amplitudenverhältnis

$$\frac{B_2}{A_2}=-\frac{n_1}{n_2}$$

entspricht dem früher für den Fall verschwindender Dämpfung gefundenen

$$\frac{A}{f}=\frac{B_2}{A_2}=\frac{T}{V},$$

$$\text{da}\quad T=\frac{\pi}{n_2}\quad\text{und}\quad V=\frac{\pi}{n_1}.$$

Die allgemeine Diskussion der gefundenen Gleichungen findet sich in der angeführten Arbeit von Herrn Max Wien; für den mit dem Vorstehenden verfolgten Zweck ist sie entbehrlich.

(Eingegangen 22. Januar 1902.)

Ergebnisse 10 jähriger magnetischer Beobachtungen in Potsdam.[1])

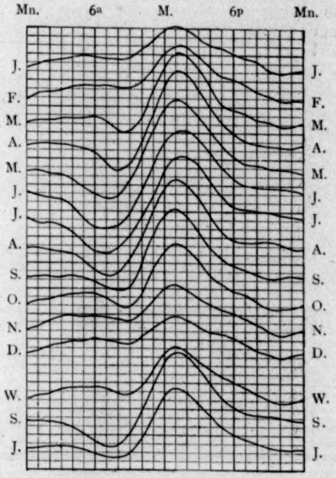
Von G. Lüdeling.

Die Ergebnisse beziehen sich auf die 10 jährige Reihe von 1890—99, also auf eine fast vollständige Sonnenfleckenperiode. Die Werte dürften daher schon als ziemlich normale anzusehen sein, besonders da das zu Grunde liegende Material im allgemeinen ein recht zuverlässiges ist. Nur hinsichtlich der Inklination, und damit natürlich auch hinsichtlich der Vertikal- und Totalintensität bestehen noch allerlei Unsicherheiten, die in erster Linie darauf zurückzuführen sind, dass die Messungen der Inklination sowie die Registrierungen der Lloydschen Wage an Genauigkeit noch zu wünschen übrig liessen.

Im nachfolgenden soll nun eine kurze Zusammenfassung der wesentlichsten Resultate gegeben werden, und zwar vor allem derjenigen, die auch für den Physiker von Interesse sind und vielleicht hier und da benutzt werden können. Dabei ist vorweg zu bemerken, dass das magnetische Observatorium in Potsdam, auf das sich die Ergebnisse beziehen, die geographischen Koordinaten $\lambda = 0^h 52^m\ 15^s.4$ *E. v. G.*, $\varphi = 52^0 22' 56.4''$ N. hat. Die Werte für Deklination (D) und Inklination ($\mathfrak{J}$) sind überall in Bogenminuten gegeben, diejenigen für Horizontalintensität (H), Vertikalintensität (Z), Totalintensität (T) sowie die beiden rechtwinkligen Komponenten in der horizontalen Ebene (Nordkomponente X und Westkomponente $-Y$) in γ, d. h. Einheiten der fünften Dezimale C. G. S.

1. Täglicher Gang. Der tägliche Gang der magnetischen Elemente ist aus den beigegebenen Figuren 1—5 zu ersehen, und zwar für die 12 einzelnen Monate, für das Winterhalbjahr (Oktober—März), das Sommerhalbjahr (April—September) und das ganze Jahr. Da der tägliche Gang der West- und Nordkomponente fast vollständig mit demjenigen der Deklination und der Horizontalintensität übereinstimmt, so genüge hierfür der Hinweis auf Fig. 1 und 2. Alles Nähere bezüglich der Extreme, der Verschiebung der Eintrittszeit derselben, des Durchganges durch die Mittellage u. s. w. kann mit Leichtigkeit aus den in Fig. 1—5 gegebenen Kurven entnommen werden. Hier möge nur der jährliche Gang der Tagesamplitude der Elemente in Zahlen folgen (siehe untenstehende Tabelle).

Nachdem in der letzten Zeit besonders von Herrn von Bezold darauf hingewiesen ist, welche Bedeutung die Darstellung des täglichen Ganges der Komponenten in der horizontalen Ebene durch sogenannte „Vektordiagramme" besitzt, hat Verfasser solche nach dem vorliegenden 10 jährigen Beobachtungsmaterial für die einzelnen Monate entworfen. Wenn hier auch von einer Wiedergabe derselben Abstand genommen werden muss und nur auf die Originalabhandlung, Taf. I, verwiesen werden kann, so möge doch nicht unerwähnt bleiben, dass die nach 10 jährigen Mittelwerten gebildeten Vektordiagramme schon einen recht normalen, regelmässigen Verlauf zeigen, in welchem die sonst, besonders in den Wintermonaten, stark auftretenden Zacken und Schlingen schon fast



1p = 1'.0

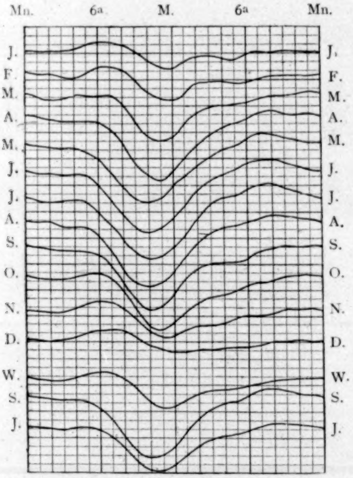
Tägl. Gang der Deklination.

Fig. 1.

1) Abhandlungen des Königl. Preuss. Meteorolog. Instituts Bd. 1, No. 8. 54 S., 2 Taf. Berlin 1901, A. Asher & Co.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Winter	Sommer	Jahr
D	5,20	6,17	9,00	11,45	11,38	11,24	11,12	11,06	9,34	7,36	5,88	4,94	6,33	10,72	7,96
H	15,0	18,2	27,7	39,8	38,9	41,0	42,8	41,5	36,9	32,5	20,4	13,2	20,4	39,4	27,0
$\mathfrak{J}$	1,00	1,19	1,63	2,07	2,07	2,29	2,47	2,47	2,33	2,02	1,31	0,92	1,27	2,22	1,50
X	17,3	21,6	31,4	42,4	39,1	40,4	42,6	43,4	39,5	35,3	22,8	15,2	22,8	40,3	29,8
$-Y$	26,8	31,5	47,7	60,0	60,8	61,0	60,2	59,0	50,4	35,9	29,4	25,1	31,7	57,6	41,9
Z	6,4	11,9	18,3	25,4	29,2	25,1	24,1	20,5	16,9	13,7	9,7	7,4	10,6	23,3	16,7
T	9,3	14,7	24,4	35,8	39,6	37,0	35,5	31,4	26,9	22,1	13,4	8,4	15,2	33,9	24,5

völlig verschwinden. Auch geht aus einem Vergleich der einzelnen Monate hervor, dass eine grosse Ähnlichkeit besteht zwischen: Januar und Dezember, Februar und November, März und Oktober, April und September, Mai und August, Juni und Juli. Will man also bei irgendwelchen Untersuchungen Mittelwerte von zwei

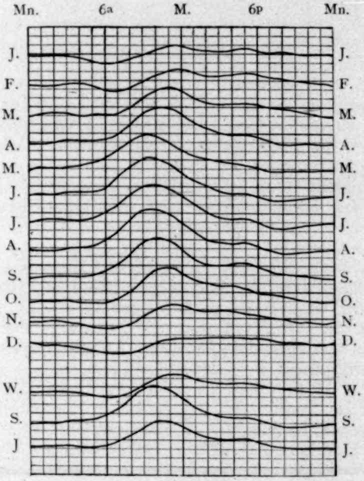


1P = 5 γ
Tägl. Gang der Horizontal-Intensität.
Fig. 2.

Monaten bilden, so ist jene, schon von Herrn Wild vorgeschlagene Kombination entschieden die beste.

Weiterhin zeigt sich, dass die grössere Zusammenfassung in Winter- und Sommerhalbjahr eigentlich wenig empfehlenswert ist, da sie Monate von allzu verschiedenem Charakter zusammenbringt. Richtiger ist die Lloydsche Kombination: Winter (Januar, Februar, November, Dezember), Sommer (Mai, Juni, Juli, August), Äquinoktien (März, April, September, Oktober).

2. Jährlicher Gang und Säkularvariation. Zur Ableitung des jährlichen Ganges dienten die Monatsmittel, die zuvor für Säkularvariation korrigiert wurden. Der so erhaltene jährliche Gang der Komponenten in der horizontalen Ebene zeigt eine doppelte Periode, bei der das Hauptmaximum zur Zeit des Sommersolstitiums, das sekundäre zur Zeit des Wintersolstitiums auftritt. Die beiden wenig voneinander verschiedenen Minima fallen in die Äquinoktien.



1P = 0′ · 5
Tägl. Gang der Inklination.
Fig. 3.

Die Vertikal- und Totalintensität dagegen zeigen nur eine einfache Periode, deren Maximum in den Februar und deren Minimum in den Juni—Juli fällt.

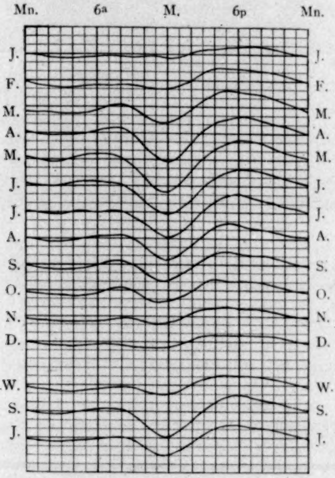
Im einzelnen geben die nachstehenden, in einfacher Weise ausgeglichenen Zahlen die jährlichen Gänge der Elemente. (Siehe untenstehende Tabelle.)

Die Säkularvariationen sind aus den Jahresmitteln berechnet. Die Werte für 1890/91 mussten als unsicher (:) bezeichnet und auch bei der Mittelbildung ausgeschlossen werden, da

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Amplitude
D	− 0,02	− 0,07	− 0,05	+0,04	+0,09	+0,16	+ 0,21	+0,12	−0,03	− 0,16	−0,21	−0,21	0,42
H	− 1,7	− 2,8	−1,8	+1,6	+5,6	+7,4	+ 5,0	+0,5	−3,4	−4,8	−3,6	−1,8	12,2
J	+ 0,35	+ 0,46	+0,32	+0,01	−0,34	−0,62	− 0,58	− 0,24	+0,09	+0,25	+0,26	+0,25	1,08
X	− 1,7	− 2,6	−1,6	+1,6	+5,2	+6,9	+ 4,7	+0,3	−3,4	−4,6	−3,4	−1,6	11,5
−Y	− 0,6	− 1,1	−0,7	+0,6	+1,6	+2,3	+ 2,1	+0,9	−0,6	−1,6	−1,6	−0,9	3,9
Z	+10,2	+12,7	+9,0	+6,2	+0,2	−8,2	−10,8	−8,3	−6,6	− 5,1	−2,2	+3,3	23,5
T	+ 9,1	+10,2	+7,7	+5,4	+1,0	−6,0	− 9,2	−8,0	−7,0	− 5,3	−1,7	+3,7	19,4

die absoluten Mittelwerte für das Jahr 1890 nicht hinreichend genau waren.

Ferner ist zu beachten, dass die Werte für *J*, und damit auch für *Z* und *T* recht grosse Verschiedenheiten zeigen. Dieselben dürften zu einem Teile auf die bereits erwähnte geringere Sicherheit in der absoluten Messung



1p = 5γ
Tägl. Gang der Vertikal-Intensität.

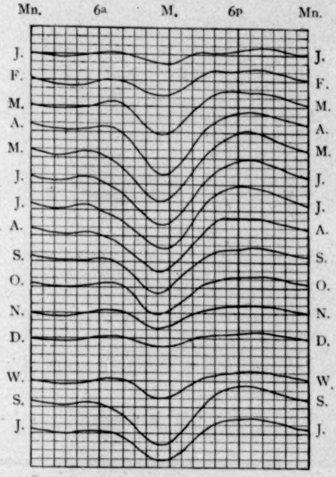
Fig. 4.

der Inklination und der Angaben der Lloydschen Wage zurückzuführen sein, zum anderen auch vielleicht darauf, dass die Inklination ziemlich nahe einem Wendepunkte ist und dass daher die Säkularvariationen ziemlich schwankend werden.

Bei der Deklination findet sich eine ziemlich regelmässige Abnahme. Auch sie nähert sich also einem Wendepunkte, und zwar einem Minimum. Immerhin dürften noch mindestens 120 Jahre vergehen, bis die Deklination 0° in Potsdam erreicht wird.

Für die Horizontalintensität ergiebt sich ein Mittelwert, der recht gut mit dem gewöhnlich angegebenen übereinstimmt.

Die untenstehende Tabelle giebt die genauen Werte der Säkularvariationen für die einzelnen



1p = 5γ
Tägl. Gang der Total-Intensität.

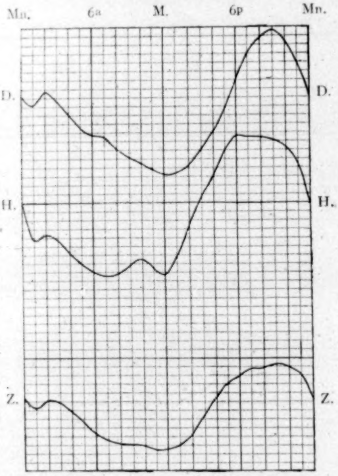
Fig. 5.

Elemente und Epochen. In der letzten Horizontalkolumne finden sich ausserdem noch die absoluten Werte der magnetischen Elemente für ein Beobachtungsjahr, und zwar für das Jahr 1899. Damit ist die Möglichkeit gegeben, alle absoluten Jahresmittel der zehn Beobachtungsjahre zu berechnen.

3. Magnetische Störungen. Die Untersuchung über die magnetischen Störungen erfolgte nach der von Eschenhagen gegebenen

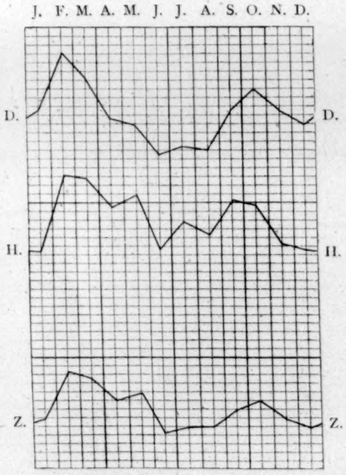
Zeit	*D*	*H*	*J*	*X*	*−Y*	*Z*	*T*
1890/91	−6,48:	+18,8:	−3,41:	+25,1:	−31,0:	−84,9:	−69,9:
91/92	−6,01	+10,1	+0,47	+16,0	−30,1	+39,5	+40,1
92/93	−4,90	+31,0	−0,84	+35,3	−20,5	+43,3	+52,0
93/94	−5,89	+18,3	−1,67	+23,8	−28,1	−15,8	−7,3
94/95	−5,52	+25,7	−2,19	+30,7	−25,0	−16,5	−4,9
95/96	−5,61	+26,4	−1,42	+31,6	−25,3	+12,3	+21,2
96/97	−4,57	+27,2	−1,98	+38,1	−19,8	−5,9	+5,9
97/98	−4,68	+20,5	−1,08	+17,6	−21,5	+9,8	+17,2
1898/99	−4,32	+23,6	−2,05	+27,4	−19,2	−16,3	−5,6
Mittel	−5,19	+22,8	−1,34	+27,6	−23,7	+6,3	+14,8
Absol. Werte f. 1899,6	10°0′,69	0,188180	66°33′,29	0,185315	0,032714	0,433920	0,472968

Klassifikation der magnetischen Kurven (s. „Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam in den Jahren 1890 und 91").



Tägl. Gang der Störungen.

Fig. 6.



Tägl. Gang der Störungen.

Fig. 7.

Über den täglichen und jährlichen Gang der magnetischen Störungen giebt die graphische Darstellung in Fig. 6 und 7 nähere Auskunft. Man ersieht daraus einerseits die sehr deutliche Zunahme der Störungen in den späten Nachmittags- und Abendstunden (worauf auch bei manchen physikalischen Messungen Rücksicht zu nehmen wäre) und die Lage des Minimums um Mittag. Andererseits findet sich das bereits von Humboldt, Sabine u. a. erwähnte doppelte Maximum zur Zeit der Äquinoktien und ein doppeltes Minimum zur Zeit der Solstitien auch durch die Potsdamer Beobachtungen bestätigt.

Störungen von grösserer Intensität (Charakter 4 und 5 der Eschenhagenschen Skala) traten an folgenden Tagen auf:

1890: März 16; Oktober 10; November 8.
1891: Februar 11, 12, 14; März 2, 5, 31; April 7, 8, 12, 13; Mai 14, 15, 16; Juni 14; September 10, 11, 12, 28; Oktober 24; November 20, 21; Dezember 7.
1892: Januar 4, 5, 6, 17, 29; Februar 2, 4, 7, 13, 14, 15, 20, 21, 27; März 1, 6, 7, 11, 12, 13, 25; April 25, 26; Mai 1, 18, 19; Juni 3, 27; Juli 12, 14, 16, 17; August 12; September 21, 22; Oktober 12, 13, 15, 18; November 4, 5, 17; Dezember 5.
1893: Februar 4, 5; März 26; Juli 16; August 6, 7, 18; November 1, 2, 3.
1894: Januar 3, 4; Februar 21, 23, 24, 25; März 30, 31; April 17; Juni 10; Juli 20, 21; August 20, 21; September 14, 15, 19, 20; November 13, 14, 18, 23; Dezember 15.
1895: Januar 18, 19; Februar 8, 9, 10, 15, 16; März 8, 9, 13, 14; April 11, 12, 23; Mai 10, 29; August 10; September 30; Oktober 12, 13, 14, 17; November 9, 10, 11, 12, 24.
1896: Januar 4, 17, 31; Februar 4, 28, 29; März 4, 26, 28; Mai 2, 3, 17; September 18, 20; Oktober 11, 12; November 7; Dezember 3, 4.
1897: Januar 2; April 2, 20, 23; Dezember 11, 20, 21.
1898: Januar 16, 17, 18; Februar 11, 14; März 15, 16; Mai 30; August 16; September 3, 9, 10; Oktober 25, 29, 30; November 21, 22.
1899: Januar 18, 28, 29; Februar 12, 23, 28; März 10, 11, 21, 22, 23; April 18, 19; Mai 4, 5; Juni 28, 29, 30; Oktober 30.

Auch in diesen stärkeren Störungen zeigt sich ein ganz charakteristischer jährlicher Gang, bei dem das Hauptmaximum auf den Februar, ein sekundäres auf den November fällt. Das Hauptminimum erstreckt sich über die Sommermonate, ein anderes fällt in den Dezember.

4. Zusammenhang der magnetischen Erscheinungen mit Polarlicht und Sonnenflecken. Der bekannte Parallelismus des täglichen und jährlichen Ganges der magnetischen Störungen mit dem Auftreten des Nordlichtes findet auch hier weitere Bestätigung.

Über den Zusammenhang der magnetischen Erscheinungen mit den Sonnenflecken ist im einzelnen nichts Bestimmtes nachzuweisen. Sobald man aber für das volle Jahr das Auftreten der Sonnenflecken mit der Amplitude des täglichen Ganges der magnetischen Elemente vergleicht, so findet sich eine auffallende Übereinstimmung: die Amplituden variieren genau mit der Häufigkeit der Flecken. Das ergiebt sich auch aus den Vektordiagrammen des täglichen Ganges, die für die einzelnen Beobachtungsjahre gezeichnet wurden. Ihre Grösse nimmt in demselben Verhältnis zu und ab wie die Zahl der Sonnenflecken, die Periode ist also dieselbe. Allein es ändert sich während einer Sonnenfleckenperiode nicht nur die Grösse der Vektordiagramme, sondern auch die geometrische Gestalt derselben in regelmässiger Weise. Etwas Ähnliches scheint auch bei der Vertikalintensität einzutreten, bei der sich der Einfluss der Sonnenflecken nicht bloss in der mehr oder weniger grossen Amplitude zeigt, sondern auch darin, dass die Durchgänge durch die Mittellage bei der täglichen Variation eine systematische Verschiebung erleiden.

Sollte das hier Ausgesprochene allgemein bestätigt werden, so würde daraus folgen, dass die Ströme, welche höchstwahrscheinlich die tägliche Variation des Erdmagnetismus bedingen, während einer Sonnenfleckenperiode nicht bloss in Intensität, sondern auch in ihrem Verlaufe regelmässigen Änderungen unterworfen sind.

Weitere Untersuchungen in dieser Richtung dürften zu interessanten Ergebnissen führen, besonders wenn dabei auch auf einen eventuellen Zusammenhang der magnetischen mit den meteorologischen Erscheinungen Bedacht genommen würde.

(Eingegangen 11. Januar 1902.)

Zur Frage der Dielektrika.

Von J. Kossonogoff.[1]

Die angewandte Methode ist kurz folgende. — Zwei parabolische Spiegel (Öffnung 10 × 10 qcm, Brennweite 1,5 cm) aus Pappbogen sind mit den Öffnungen einer zum anderen gekehrt und einer über dem anderen befestigt. Auf den Pappmänteln der Spiegel sind parallel der Fokallinie Stanniolstreifen einer bestimmten Grösse (s. u.) geklebt, damit die Spiegel nur Wellen einer einzigen Länge reflektieren. Als Erreger der elektrischen Schwingungen dient ein dem Righischen ähnlicher, in der Fokallinie des unteren Spiegels angebrachter Vibrator; als Indikator — ein in der Fokallinie des oberen Spiegels befestigter Kohärer, welcher mit einem Galvanometer verbunden ist. Der untere Spiegel giebt beim Funktionieren des Vibrators einen parallelen Wellenzug, welcher nach der Reflexion vom oberen Spiegel auf den Kohärer einwirkt.

Der Verfasser stellt auf den unteren Spiegel zwei parallelepipedische Glasgefässe, welche die in Untersuchung genommene Flüssigkeit enthalten. Die Trennungsfläche ist der Fokallinie des Spiegels parallel. Bei einem Unterschiede der Höhen der Flüssigkeitssäulen in beiden Gefässen entsteht ein Gangunterschied zwischen den beiden Hälften des Wellenzuges; diese interferieren in der Fokallinie des oberen Spiegels und wirken auf den Kohärer ein. Nach dem Unterschiede der Höhen der Flüssigkeitssäulen, welcher dem Minimum der Einwirkung auf den Kohärer entspricht, kann man den elektrischen Brechungsexponent n und die dielektrische Konstante $D = n^2$ leicht bestimmen.

Bei dieser Interferenzmethode konnte der Verfasser Spiegel mit verschiedenen Resonatoren (natürlich paarweise) anwenden und auf diese Weise Brechungsexponenten für verschiedene Wellenlängen bestimmen. Die Resultate sind wie folgt:

1) Habilitationsschrift Kiew, 1901.

Resonatorgrösse in □ cm		1,0 × 0,3	1,5 × 0,3	2,0 × 0,3	3,0 × 0,3	4,0 × 0,3	
Entsprech. Wellenlänge λ[2]) in der Luft in cm		1,92	2,95	4,30	6,43	9,04	
Paraffin flüs.	n	1,476	1,475	1,458	1,445	1,433	1,4857
	D	2,179	2,176	2,126	2,088	2,053	
Petrol.	n	1,459	1,453	1,443	1,429	1,417	1,4582
	D	2,129	2,111	2,082	2,042	2,008	
Ol. Naphtae	n	1,488	1,490	1,472	1,459	1,453	1,5028
	D	2,214	2,220	2,161	2,132	2,111	
Terpentin	n	1,433	1,432	1,424	1,415	1,393	1,4766
	D	2,053	2,050	2,028	2,002	1,940	
Benzin	n	1,561	1,560	1,525	1,520	1,504	1,4010
	D	2,437	2,434	2,326	2,310	2,262	
Ricinusöl	n	1,421	1,385	1,419	1,992	2,000	1,4804
	D	2,019	1,918	2,014	3,968	4,000	

2) Diese Längen sind nach den Boltzmannschen und Righischen Methoden bestimmt.

wo die letzte Kolumne die optischen Brechungsexponenten für $\lambda = 6{,}10^{-5}$ cm enthält.

Die Resultate zeigen also eine schwache normale elektrische Dispersion für die ersten fünf Flüssigkeiten. Was das Kastoröl betrifft, so weisen die ihm entsprechenden Zahlen auf eine anomale Dispersion, doch lässt der Verfasser diese Frage unerledigt, da nach seiner Meinung diese Erscheinung vielleicht durch eine im Kastoröl immer enthaltene Wassermenge verursacht wird.

(Eingegangen 28. Dezember 1901.)

Beobachtungen des elektrischen Zerstreuungsvermögens der Atmosphäre und des Potentialgefälles im südlichen Algier und an der Küste von Tunis.

Von A. Gockel.

Im Monat August und anfangs September v. J. habe ich in Biscra, der 200 Kilometer südlich davon gelegenen Oase Tougourt und zuletzt an dem Küstenplatz Hammam el Lif bei Tunis Messungen des Potentialgefälles, der elektrischen Zerstreuung und der Sonnenstrahlung gleichzeitig mit den üblichen meteorologischen Beobachtungen vorgenommen. Über die Resultate soll an anderer Stelle ausführlich berichtet werden; bei dem grossen Interesse aber, das Messungen des elektrischen Zerstreuungsvermögens der Atmosphäre zur Zeit erregen, mögen einige kurze Bemerkungen über die Beziehungen der genannten Grösse zu den gemessenen Werten des Potentialgefälles hier Platz finden.

Bezüglich der angewandten Methode will ich hier nur anführen, dass ich die Zerstreuungsmessungen stets ohne den von den Herren Elster und Geitel angewandten Schutzcylinder ausgeführt habe. Wie die genannten Forscher selbst hervorheben, ist die Anwendung dieses Cylinders ein Notbehelf, der den Übelstand im Gefolge hat, dass die Fernwirkung des Zerstreuungskörpers beschränkt wird.[1]) Messungen, die mit und ohne Anwendung des Schutzcylinders angestellt wurden, sind auch, wenn man die Änderung der Kapazität in Rechnung zieht, nicht miteinander vergleichbar, denn die durch den Schutzcylinder hervorgebrachte Verminderung der Zerstreuungsgeschwindigkeit hängt, wie ich mich wiederholt überzeugte, in hohem Masse von der Stärke der Luftbewegung ab. Ich habe deshalb den Cylinder nur dann auf das Instrument gesetzt, wenn ein heftiger Wind dazu nötigte. In diesem Falle kommen ja auch die Nachteile dieser Schutzvorrichtung am wenigsten zur Geltung. In allen anderen Fällen habe ich mich damit begnügt, den Apparat so aufzustellen, dass er gegen die Influenzwirkung des äusseren elektrischen Feldes, sowie gegen die Bestrahlung durch die Sonne möglichst geschützt war. Übrigens hat auch Ebert[1]) gezeigt, dass ein Hallwachs-Effekt an einem gut geschwärzten Messingcylinder nicht nachzuweisen ist. Bei den Beobachtungen in der Wüste stand das Instrument stets direkt auf dem Erdboden.

Die an den genannten Orten gefundenen Zerstreuungskoeffizienten sind im allgemeinen höher als die hier in Freiburg beobachteten, sie steigen bis auf 10 Proz. pro Minute und darüber, während ich hier selten mehr als 5 Proz. gefunden habe. Der starken Zerstreuung entspricht ein schwaches Potentialgefälle, im Mittel etwa 35 Volt/meter, gegenüber 100 in unseren Breiten. Die Zerstreuung zeigte in Biscra und Tougourt einen gut ausgeprägten täglichen Gang. Von geringen Werten, 2—4 Proz. per Minute bei Sonnenaufgang stieg sie an, bis sie im Laufe der ersten Nachmittagsstunden den oben genannten Wert von etwa 10 Proz. erreichte. Ein auffallendes Sinken des Zerstreuungskoeffizienten bis auf Werte von 1 Proz. pro Minute und darunter trat etwa eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang ein. Diese Erscheinung war etwas weniger ausgeprägt in Biscra, wo sie an einigen Tagen ganz ausblieb, dagegen sehr deutlich in Tougourt; daselbst war das auf der Terrasse des Hauses beobachtete Zerstreuungsvermögen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen fast Null. Gesichts- und Geruchssinn wiesen auf starken Dunst- und Staubgehalt der Atmosphäre als Ursache der aufgehobenen elektrischen Leitfähigkeit hin.[2]) Ich vermutete, dass hier Rauch, der aus den um diese Zeit angeheizten Kaminen stamme, mit im Spiele sei und stellte deshalb an den folgenden Tagen die Beobachtungen in der freien Wüste an, an einer Stelle, die durch den herrschenden Wind gegen den aus dem Ort stammenden Rauch geschützt war. Hier sank der Zerstreuungskoeffizient zwar nicht in dem Masse wie innerhalb der Ortschaft, immerhin war die Erscheinung, besonders bei positiver Ladung des Zerstreuungskörpers, ausgeprägt genug. Ich will gleich hinzufügen, dass ich eine ähnliche Abnahme der Leitfähigkeit der Atmosphäre auch hier in Freiburg und zwar nach Sonnenuntergang beobachtet habe, dagegen konnte ich während meines Aufenthalts am Meere in Hammam el Lif etwas Ähnliches niemals feststellen. Hand in Hand mit dem Sinken des Zerstreuungsvermögens ging ein

1) Vergl. auch Ebert, Met. Ztschft. **18**, 343, 1901.

1) l. c. 348.

2) Dieser augenfällige Staub- und Dunstgehalt der Luft lässt mir die von Herrn Ebert (Met. Ztschft. **18**, 295, 1901) gegebene Erklärung desselben Phänomens als nicht ausreichend erscheinen.

Ansteigen des Potentialgefälles auf etwa 150 Volt/meter, also das Vierfache des mittleren Wertes.

Es ist von verschiedenen Forschern konstatiert worden, u. a. auch von mir in Ladenburg a. N. und hier in Freiburg, dass zur Zeit des Sonnenaufganges ein rasches Ansteigen des Potentialgefälles eintritt, es ist mir aber in Algier sowohl als in Tunis am Meere nicht gelungen, dieselbe Erscheinung zu beobachten. Ich habe früher [1]) die vorübergehenden starken Erhöhungen des Potentialgefälles, von Exner Sprungmaxima genannt, durch das Heruntersinken von Luftschichten zu erklären versucht, welche positiv geladene Massen mit sich führen. Man wird auch nach den neueren Anschauungen daran festhalten müssen, dass diese Sprungmaxima eine Folge der Vertikalkomponente der Luftbewegung sind. In Tougourt folgte die starke Abnahme des Zerstreuungsvermögens der Atmosphäre auf das gegen 5 Uhr abends eintretende Barometerminimum. Die Luft musste sich also von der Seite her gegen den Erdboden in Bewegung setzen und brachte den unter Tags in die Höhe gerissenen Staub mit herab. Das gegen Abend stets eintretende Abflauen des Windes wird ebenfalls dazu beigetragen haben, dass der Rauch und Staub sich langsam zu Boden senkte und die Ionenbeweglichkeit hemmte. Hier in Freiburg ist es natürlich die aus den nämlichen Ursachen hervorgehende abendliche Dunstbildung, welche dieselbe Erscheinung hervorruft.

Ein Unterschied in der Zerstreuungsgeschwindigkeit positiver und negativer Elektrizität wurde im allgemeinen nicht bemerkt, nur in der eben besprochenen abendlichen Erscheinung machte sich, wie schon gesagt, ein solcher Unterschied manchmal geltend, eine positive Ladung wurde langsamer zerstreut als eine negative, es waren also hauptsächlich die negativen Ionen durch den Dunst und Staub in ihrer Beweglichkeit gehemmt, was mit unsern Anschauungen über die Kondensationsfähigkeit der negativen Ionen gut übereinstimmt. An einem Abend erreichte das Verhältnis

$$q = \frac{a_-}{a_+}$$

(a_- die Zerstreuungsgeschwindigkeit einer negativen, a_+ die einer positiven Ladung) den Wert 7,6, an einem anderen sogar 8,9. Abgesehen aber von diesen nur innerhalb der Zeit von 5^h 30 p bis 7^h p auftretenden Extremwerten schwankten die Zahlen für q in Biscra zwischen 0,6 und 1,4, in Tougourt zwischen 0,9 und 2,0, in Hammam el Lif zwischen 0,9 und 1,15.

Was die tägliche Periode des Potentialgefälles betrifft, so liess sich ausser dem erwähnten Sprungmaximum am Abend und dem an vielen Punkten der Erde schon beobachteten vormittägigen Maximum (gegen 9a eintretend) eine regelmässige Änderung im Laufe des Tages nicht nachweisen. Zu einem ähnlichen Resultat führten auch meine früher in Biscra angestellten Beobachtungen. [1]) Von den beiden erwähnten Maximalwerten abgesehen, dürften die beobachteten Schwankungen des Potentialgefälles wohl in erster Linie durch die wechselnde Windgeschwindigkeit bedingt sein. Auf jeden Fall liess sich ein nachmittägiges Minimum nicht erkennen, und auch das vormittägige Maximum war nicht so ausgeprägt wie an andern Orten. Die tägliche Kurve des Potentialgefälles nimmt also, von dem abendlichen Sprungmaximum abgesehen, den Verlauf, den sie nach Chauveau an solchen Orten haben soll, an denen der Einfluss des Bodens ausgeschlossen ist.

Dass die Bildung der Ionen und damit die Leitfähigkeit der Luft in hohem Masse von der Durchstrahlung durch Sonnenlicht abhängt, zeigt deutlich die sowohl in Biscra, als auch in Tougourt beobachtete Zunahme des Zerstreuungskoeffizienten im Laufe des Tages. Wenn das Potentialgefälle trotz seiner unleugbar vorhandenen Abhängigkeit vom Zerstreuungsvermögen der Atmosphäre nicht genau den umgekehrten Gang einschlägt wie das letztere, so rührt das daher, dass eben das Potentialgefälle auch noch von anderen Faktoren abhängig ist, als von dem Leitvermögen der Atmosphäre am Beobachtungsorte. So lassen sich die niedrigen Werte des Potentialgefälles vor Sonnenaufgang leicht durch das Herabsinken gutleitender, ionenreicher Luft erklären. Mit dieser Erklärung steht aber das zu derselben Zeit beobachtete geringe Zerstreuungsvermögen im Widerspruch. Nimmt man aber an, dass nur in den untersten Schichten der Atmosphäre, in denen der Apparat stand, die Beweglichkeit der Ionen durch Staub und Dunst gehemmt war, während das Potentialgefälle noch stark beeinflusst war durch den Zustand der vielleicht nur 100 m höher gelegenen reinen Schichten, so fällt der Widerspruch meines Erachtens weg. Eine ähnliche Erklärung wird noch zu suchen sein für die Thatsache, dass in Tougourt das Potentialgefälle an zwei Mittagen auf den verhältnismässig hohen Wert von 150 V/m. stieg, während der Zerstreuungskoeffizient 8,2 Proz. betrug, also ziemlich nahe dem beobachteten Maximalwerte war.

Am Meeresstrande, in Hammam el Lif, war, wie die verminderte Sonnenstrahlung und die grössere relative Feuchtigkeit vermuten liess, die Zerstreuung geringer als in der Wüste, sie betrug im Mittel 6,5 Proz. p. M., dementsprechend war auch das Potentialgefälle höher, nämlich im Mittel 80 V/m. Zur Zeit des Sonnenaufganges war das Potentialgefälle sehr niedrig,

1) Met. Ztschft. **14**, 286, 1897.

1) Met. Ztschft. **16**, 483, 1899.

stets unter 30 V/m., es stieg gegen 8a sehr rasch, schwankte dann im Laufe des Tages je nach der Intensität des Windes ziemlich unregelmässig — das beobachtete Maximum war 180 V/m. —, um nach Sonnenuntergang wieder auf niedrigere Werte, 50 V/m. und darunter, zu sinken. Ich hatte erwartet, dass mit dem Eintreten des Seewindes auch eine Änderung im Zerstreuungsvermögen der Luft stattfinden werde, doch liess sich nichts derart nachweisen. Schliesst man die Fälle aus, in denen die Heftigkeit des Windes Messungen ohne Schutzcylinder unmöglich machte, so schwankte der Zerstreuungskoeffizient überhaupt nur zwischen 3,5 und 8,9 Proz. p. M. Der Minimalwert 3,5 Proz. wurde nur einmal und zwar nach Sonnenuntergang beobachtet.

Während der Fahrt auf dem Mittelländischen Meere wurden, ca. 200 Kilometer vom Lande entfernt, vormittags bei wolkenlosem Himmel und geringer Windstärke Zerstreuungskoeffizienten von 2—3,7 Proz. gemessen. Ich führe diese Zahlen deshalb an, weil Hr. Elster [1]) aus seinen an verschiedenen Orten angestellten Messungen den Schluss zieht, dass die Zerstreuung im Innern der Kontinente geringer sei als an den Küsten. Meine Beobachtungen bestätigen diese Folgerung nicht.

Eine auffallende Erscheinung trat in Hammam el Lif am Nachmittage des 3. September ein. Während bei starkem SE-Winde das Barometer rasch fiel, stieg die Temperatur von 28,2° C. um 12 p auf 34,5 um 3 p. Gleichzeitig sank die relative Feuchtigkeit von 73 auf 27 Proz., es herrschte also offenbar Sirocco. Das Potentialgefälle betrug 10 a noch 179 V/m., 12 a 63 und sank gegen 3 p unter 30 V/m. Die Zerstreuung, die am Vormittag 7 Proz. betragen hatte, stieg nach 2 p auf den höchsten in Hammam el Lif beobachteten Wert von 9,4 Proz., bei Anwendung des Schutzdaches betrug sie 3,2 Proz. Der gegen 4 p stürmisch werdende Wind verhinderte die Fortsetzung der Beobachtungen.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Zerstreuungskoeffizient und Intensität der ultravioletten Strahlen lässt sich aus meinen Zahlen nicht erkennen, es wird dies verständlich, wenn man bedenkt, dass die Intensität der Strahlung bei gleicher Sonnenhöhe vom Zustande der gesamten durchstrahlten Atmosphäre, der Zerstreuungskoeffizient aber u. a. vom Wasser- und Staubgehalt der untersten Luftschichten abhängt. Untersuchungen in einem möglichst trockenen und staubfreien Ort werden vielleicht einen Einblick in den Zusammenhang der beiden Faktoren gewähren, ich habe deshalb in diesem Winter Beobachtungen im Gebirge begonnen.

1) Diese Ztschft. **2**, 114, 1900.

Freiburg, Schweiz, Januar 1902.

(Eingegangen am 25. Januar 1902.)

Übertragung erregter Radioaktivität.

Von E. Rutherford.[1])

Eine der interessantesten Eigenschaften der radioaktiven Substanzen, Thorium und Radium, ist ihre Fähigkeit, allen Körpern in ihrer Nachbarschaft zeitweilige „erregte" Radioaktivität mitzuteilen. Wenn ein stark negativ geladener Draht in ein geschlossenes Metallgefäss gebracht wird, welches Thor oder Radium enthält, so ist die erregte Radioaktivität vollständig auf die negative Elektrode beschränkt. Ist der Draht positiv geladen, so bleibt er inaktiv, aber die erregte Radioaktivität tritt an den Wänden des Gefässes auf.

Wenn kein elektrisches Feld wirksam ist, so wird erregte Radioaktivität auf allen Substanzen in der Nachbarschaft des radioaktiven Materials hervorgerufen. Für eine gegebene Menge radioaktiver Substanz ist der Gesamtbetrag der in einer bestimmten Zeit erzeugten Radioaktivität nicht sehr verschieden, sei es, dass die erregte Radioaktivität in einem elektrischen Felde auf der negativen Elektrode konzentriert wird, sei es, dass sie durch den Prozess der Diffusion über die Wände des einschliessenden Gefässes verstreut wird.

In früheren Mitteilungen hat der Verfasser die durch Thoriumverbindungen hervorgerufene erregte Radioaktivität untersucht und gezeigt, dass sie innig verknüpft ist mit der Fähigkeit, eine radioaktive „Ausströmung" von sich zu geben.

Curie und Debierne[2]) haben im einzelnen die erregte Radioaktivität untersucht, die durch sehr aktive Proben von Radium hervorgerufen wird, wenn kein elektrisches Feld angewendet wird.

Dorn[3]) fand, dass Proben von Radium (von P. De Haen in Hannover hergestellt) eine ähnliche Ausströmung von sich gaben, wie Thorium. Die erregte Radioaktivität, die von Thorium und Radium herrührt, verschwindet mit der Zeit. Für Thoriumverbindungen fällt die erregte Strahlung in ungefähr 11 Stunden auf ihren halben Wert. Der Abfall der vom Radium erregten Strahlung erfolgt viel schneller, befolgt aber kein einfaches Gesetz. Er ist zuerst schnell und weiterhin viel langsamer. Der Verfasser hat gefunden, dass verschiedene Proben von Radium, die er besitzt, eine erregte Strahlung verursachen, deren Abfall in ganz verschiedener Weise erfolgt.

Auf der andern Seite verliert die Ausströmung die vom Thorium ausgeht, ihr Strahlungsvermögen sehr viel schneller, als diejenige, die vom

1) Der amerikanischen physik. Gesellschaft mitgeteilt am 29. Dez. 1901.

2) C. R. **132**, 548, 768, 1901. Diese Zeitschrift **2**, 500, 513, 1901.

3) Naturwissenschaftliche Gesellschaft Halle, Juni 1900. (?)

Radium ausgeht. Die erstere fällt in ungefähr einer Minute auf ihren halben Wert, während die letztere ihr Strahlungsvermögen einige Wochen beibehält.

Die Ausströmungen von Thorium und Radium verhalten sich in jeder Beziehung wie radioaktive Gase oder Dämpfe. Sie diffundieren sehr schnell durch Gase, durch poröse Substanzen, wie Pappdeckel, und, im Gegensatz zu den Gasionen, die sie auf ihrem Wege erzeugen, dringen sie durch Wattepfropfe hindurch und wandern durch Lösungen, ohne Absorption zu erfahren.

Der Verfasser vertritt die Anschauung, dass diese Ausströmungen in gewisser Weise die direkte Ursache der erregten Radioaktivität sind. Zur Stütze derselben seien folgende Thatsachen zusammengestellt:

1. Nur die Substanzen, welche Ausströmungen von sich geben, d. h. Thorium- und Radiumverbindungen, haben die Fähigkeit, erregte Radioaktivität hervorzurufen.

2. Wenn das Ausströmungsvermögen von Thorium und Radium durch starkes Erhitzen teilweise zerstört wird, so nimmt die Fähigkeit, Radioaktivität zu erregen, in demselben Verhältnisse ab.

3. Erregte Radioaktivität kann in Substanzen hervorgerufen werden, wenn nur die Ausströmung, nicht aber auch die radioaktive Substanz zugegen ist. Andererseits wird die Fähigkeit der radioaktiven Substanz selbst, Radioaktivität zu erregen, durch einen Gasstrom stark vermindert, der über sie hinwegstreicht und die Ausströmung mit sich forträgt. Im Falle von Radium kann die Ausströmung in einem geschlossenen Gefässe mehrere Tage abgesperrt sein und doch noch radioaktive Erregtheit erzeugen. Die Strahlungsfähigkeit der Thoriumausströmungen lässt zu schnell nach, als dass sie ein solches Experiment gestattete.

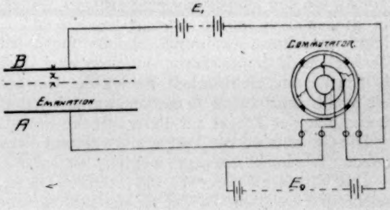
Die charakteristische Eigenschaft der erregten Radioaktivität ist die, dass sie in einem starken elektrischen Felde auf die Kathode beschränkt werden kann. Es ist daher wahrscheinlich, dass sie von einem Transport irgendwelcher positiv geladener „Träger" in dem elektrischen Felde herrührt.

Die Experimente, die jetzt beschrieben werden sollen, bestätigen diese Anschauung vollkommen und zeigen, dass sich die Träger in einem elektrischen Felde ungefähr mit derselben Geschwindigkeit bewegen, wie das positive Ion.

Prinzip der Methode.

Die Methode, die zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Trägers verwendet wurde, ist eine Abänderung einer schon angewendeten Methode zur Bestimmung der Geschwindigkeit des negativen Ions, welches an der Oberfläche eines Metalles durch ultraviolettes Licht hervorgerufen wird.[1]) Sie bedient sich eines wechselnden elektrischen Feldes. Eine gleichgerichtete E. M. K. wurde durch einen rotierenden Kommutator in eine wechselnde E. M. K. von bekannter Frequenz verwandelt. Wenn in dieser Weise ein wechselndes Feld zwischen zwei parallelen Platten erzeugt wird, zwischen denen eine radioaktive Ausströmung gleichmässig verteilt gehalten wird, so werden gleiche Beträge erregter Radioaktivität in jeder Elektrode erzeugt.

Wenn hintereinander mit einer wechselnden E. M. K. E_0 eine Batterie von der E. M. K. E_1 ($E_1 < E_0$) aufgestellt wird, so bewegt sich der positive Träger während der einen Hälfte des Wechsels in einem stärkeren elektrischen Felde als während der anderen. Ein Träger bewegt sich folglich während der beiden halben Wechsel um verschiedene Strecken, falls die Geschwindigkeit des Trägers der Stärke des elektrischen Feldes proportional ist, in dem er sich bewegt. Hieraus folgt, dass die erregte Radioaktivität ungleich auf die beiden Elektroden verteilt sein wird. Wenn die Frequenz des Wechsels gross genug ist, so werden die positiven Träger nur innerhalb einer gewissen kleinen Entfernung von einer Platte zu ihr übergeführt werden, der Rest wird im Verlaufe einiger folgender Wechsel zur anderen Platte getragen.



Seien A und B (Fig.) zwei parallele Platten, die radioaktiv gemacht werden sollen. Die radioaktive Ausströmung zwischen ihnen wird gleichförmig verteilt gehalten.

Wenn B negativ ist, sei die Potentialdifferenz zwischen den Platten $E_0 - E_1$, wenn A negativ ist, $E_0 + E_1$; d sei der Plattenabstand, T die Zeit eines halben Wechsels; C das Verhältnis des Betrages der auf B erregten Radioaktivität zu der auf A und B zusammen. K sei die Geschwindigkeit des positiven Trägers für die Einheit des Potentialgefälles. Unter der Annahme, das Feld zwischen den Platten sei gleichförmig, und die Geschwindigkeit des Trägers sei proportional dem elektrischen Felde, ist dann die Geschwindigkeit des positviven Trägers nach B hin

1) Proc. Cambr. Phil. Soc. 1898.

$$\frac{E_0 - E_1}{d} K$$

und während des nächsten halben Wechsels

$$\frac{E_0 + E_1}{d} K$$

nach A hin.

Die grössten von einem positiven Träger während zweier aufeinander folgender Wechsel zurückgelegten Entfernungen sind

$$x_1 = \frac{E_0 - E_1}{d} KT; \quad x_2 = \frac{E_0 + E_1}{d} KT.$$

Wir wollen annehmen, die positiven Träger entständen zeitlich gleichförmig mit einem Betrage von q in der Sekunde auf die Einheit des Plattenabstandes. Die Zahl der positiven Träger, die B während eines vollständigen Wechsels erreichen, kann in zwei Teile geteilt werden:

1. Ein Teil, welcher innerhalb der Entfernung x_1 von B während der Zeit T des halben Wechsels erzeugt wurde; er hat den Betrag von $\frac{1}{2} x_1 q T$.

2) Alle diejenigen Träger, welche am Ende des voraufgegangenen Wechsels innerhalb der Entfernung x_1 von B zurückgeblieben sind. Ihr Betrag ist

$$\frac{1}{2} x_1 \cdot \frac{x_1}{x_2} q. T.$$

Nun werden alle diejenigen positiven Träger, die zwischen A und B erzeugt werden und B nicht erreichen, während einiger folgenden Wechsel nach B überführt, vorausgesetzt dass die Stärke des elektrischen Feldes die Gewissheit giebt, dass keine bemerkenswerte Wiedervereinigung der Träger auf dieser Strecke eintritt.

Die Gesamtzahl der Träger, die während eines ganzen Wechsels erzeugt werden, ist $2dqT$.

Das Verhältnis ϱ der Anzahl positiver Träger, welche B erreichen, zu der Gesamtzahl ergiebt sich so zu

$$\varrho = \frac{1}{4} \frac{x_1}{d} \cdot \frac{x_1 + x_2}{x_2}.$$

Wenn man für x_1 und x_2 die Werte einsetzt, erhält man

$$K = \frac{2(E_0 + E_1)}{E_0(E_0 - E_1)} \frac{d^2}{T} \cdot C.$$

Bei den Experimenten wurden die Werte von E_0, E_1, d^2 und T variiert, und die allgemeinen Resultate wurden in Übereinstimmung mit der Gleichung gefunden.

Angewendeter Apparat.

Für die Experimente mit Thoriumausströmung wurde eine dicke Schicht von Thorium in eine flache Kupferschachtel innerhalb eines Hartgummikästchens von 11 qcm Grundfläche und 3 cm Tiefe gelegt, welches fest auf einen metallischen Untergrund gekittet war. Das Thorium wurde völlig mit Filtrierpapier in zwei Lagen bedeckt, welches das meiste von der direkten Strahlung auffing, der Ausströmung aber den Durchgang gestattete. Der Apparat wurde durch einen Metalldeckel luftdicht gemacht, der ringsum an dem oberen Rande des Hartgummikästchens in Quecksilber tauchte. Beim Beginn des Versuches wurde ein quadratisches Stück Aluminiumfolie auf das Papier gebracht, welches das Thorium bedeckte, eine Zinkplatte oben auf das Hartgummikästchen gelegt und der Deckel in seine Lage gebracht. Das wurde so schnell als möglich gemacht, und dann das elektrische Wechselfeld angewendet.

Die Ausströmung diffundierte schnell durch das Papier und die Aluminiumfolie und verteilte sich zwischen den Platten in dem elektrischen Felde. Nach einiger Zeit, die zwischen 20 und 90 Minuten variierte, wurde das Aluminium und das Zink weggenommen und ihre Radioaktivität auf dem gewöhnlichen Wege mit Hilfe eines empfindlichen Quadrantenelektrometers geprüft. So wurde das Verhältnis der erregten Radioaktivität auf den beiden exponierten Platten bestimmt. Dieses Verhältnis fand sich unabhängig von der Zeit, die man bis zur Prüfung vergehen liess, so dass die Radioaktivität jeder Platte in demselben Verhältnis abnimmt.

Die Mengen von Thorium, die bei den Versuchen verwendet wurden, variierten zwischen 25 und 100 g. Der Betrag der erregten Radioaktivität in einer bestimmten Zeit schwankte mit der Menge des verwendeten Thoriums, aber das Verhältnis auf beiden Platten wurde nicht davon berührt.

Im Verlaufe der Versuche ergab sich, dass eine Platte, welche kurze Zeit der Thoriumausströmung ausgesetzt wurde, nach dem Wegnehmen derselben noch einige Stunden eine allmähliche Steigerung seiner radioaktiven Kraft erfuhr. Der Betrag dieses Anwachsens schwankte mit der Zeitdauer der Ausströmungswirkung, erreichte aber bei kurzen Wirkungszeiten den drei- oder vierfachen Betrag des Anfangswertes. Für Wirkungszeiten von einigen Stunden ist die Erscheinung nicht so ausgeprägt, nach einer Einwirkung von einem Tage ist sie nur schwer zu beobachten.

Derselbe Apparat und die nämliche Methode wurden auch bei einigen Radiumexperimenten angewendet. Das Radium, welches ich besitze, strömte bei atmosphärischer Temperatur sehr schwach aus. Deshalb wurde von einer früher vom Verfasser beobachteten Erscheinung[1]) Gebrauch gemacht, dass der Betrag der Radiumausströmung mehrere tausendmal wächst, wenn man das Radium etwa bis zur Rotglut erhitzt.

1) Diese Zeitschrift **2**, 429, 1901.

Die Ausströmung des erhitzten Radiums wurde zunächst durch einen Luftstrom in einen kleinen metallischen Cylinder überführt. Dann wurden dessen Öffnungen geschlossen. Die so gesammelte Ausströmung reichte einige Tage für die Versuche aus. Beim Beginn des Versuches wurden die beiden Platten in eine Ebonitschachtel gebracht und das Wechselfeld angewendet. Durch zwei seitliche Röhren an dem Ebonitkästchen wurde mit einem schwachen Luftstrom ein kleiner Betrag der Ausströmung aus dem Cylinder zwischen die Platten gebracht. Dann wurden die seitlichen Röhren geschlossen. Nach einer Exposition von etwa einer halben Stunde wurde ein Luftstrom durch die Schachtel getrieben, um sie von der Ausströmung zu reinigen. Die Platten wurden dann entfernt, und ihre Radioaktivität geprüft. Mit Rücksicht auf den anfänglich schnellen Abfall der vom Radium erregten Radioaktivität war es schwer, befriedigende Vergleichungen der Platten vor Ablauf von 15 Minuten zu machen, innerhalb deren der Abfall langsam genug wurde, um eine exakte Bestimmung des Verhältnisses zu gestatten. Alle diese Versuche zeigten, dass dieses Verhältnis unabhängig ist von der Zeitdauer, die man bis zur Untersuchung hat verstreichen lassen.

Ziemlich die meisten Experimente wurden mit der Ausströmung von Thorium gemacht. Vergleichungen der Geschwindigkeit des Trägers wurden über ein weites Gebiet der Wechselzahl und der Spannung ausgedehnt. Die allgemeinen Ergebnisse waren mit der oben entwickelten Theorie in Übereinstimmung. Es fand sich, dass bei konstanter Spannung der Wert von ϱ mit abnehmender Wechselzahl sich verminderte. Bei konstanter Wechselzahl nahm er mit der Spannung zu.

Obwohl genügend hohe Spannungen angewendet wurden, ergab sich, dass die gemessenen Werte der Geschwindigkeit zu hoch waren. Dies rührt zum Teil her von der Wiedervereinigung von Ionen zwischen den Platten. Wenn eine E. M. K. angewendet wird, die nicht genügt, die Ionen vor der Wiedervereinigung an die Elektroden zu führen, so wird die erregte Radioaktivität sowohl auf die positive, wie negative Elektrode verteilt. In der Theorie haben wir das Potentialgefälle zwischen den Platten als gleichförmig angenommen. In Wirklichkeit sind wir davon weit entfernt, besonders, wenn die Ionisation zwischen den Platten gross ist. Die Versuche von Child und Zeleny haben nachgewiesen, dass ein plötzlicher Potentialfall dicht an jeder Elektrode vorhanden ist, so dass das elektrische Feld in der Nähe der Platten grösser ist, als in der Mitte.

Nach dem weiter unten hin entwickelten Gesichtspunkte ist es auch möglich, dass die positiven Träger bei ihrer Entstehung eine grosse Anfangsgeschwindigkeit haben, die sie einen kurzen Weg durch das Gas, unabhängig von dem äusseren elektrischen Felde, tragen kann.

Aus diesen Gründen erreicht, wenn die Wechselzahl sehr gross oder das elektrische Feld klein ist, eine grössere Zahl von positiven Trägern die Platte B, als man nach der einfachen Theorie erwarten würde. Die berechneten Werte der Geschwindigkeit sind folglich in diesen Fällen zu gross.

Die folgende Tabelle ist ein Beispiel für einige Resultate, die bei verschiedenen Spannungen und Plattenentfernungen erhalten wurden.

Temperatur 18°, die Luft fast trocken.
Plattenabstand 1,30 cm.

$E_0 + E_1$ Volt	$E_0 - E_1$	Wechselzahl in der sec	ϱ	K cm/sec
75	50	57	0,17	1,6
152	101	57	0,27	1,25
225	150	57	0,38	1,17
300	200	57	0,44	1,24

Der Wert von K ist in cm/sec für ein Potentialgefälle von ein Volt/cm angegeben.

Für das letzte Beispiel, bei dem der Träger sich während jedes halben Feldwechsels über eine Entfernung von mehr als 1,3 cm bewegte, war eine abgeänderte Form der Gleichung notwendig, um die Geschwindigkeit zu berechnen.

Der Wert von 1,6 cm/sec bei 50 Volt ist aus den oben entwickelten Gründen zu hoch.

Plattenabstand 2 cm.

E_0+E_1	E_0-E_1	Wechselzahl in der sec	S	K
237	207	44	0,37	1,47
300	200	53	0,286	1,45

Versuche über die Geschwindigkeit des Trägers der vom Radium erregten Radioaktivität sind noch nicht vollendet. Indessen sind sie weit genug vorgeschritten, um zu zeigen, dass die Wirkungen einer Änderung von Wechselzahl und Spannung den beim Thorium erhaltenen durchaus ähnlich sind. Der Wert der Geschwindigkeit des Trägers ist sicherlich nicht sehr verschieden von dem beim Thorium beobachteten. Die Ergebnisse werden bei Radium verwickelt durch eine Verteilung der vom Radium erregten Aktivität, welche immer an der positiven Elektrode in einem starken elektrischen Felde auftritt, sobald die Ausströmung vollständig von den Platten weggeblasen wird. Es sind Versuche im Gange, wenn möglich, die Ursache dieser Wirkung aufzufinden und sie aus den Experimenten auszuschalten.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit fand Zeleny[1]) die Geschwindigkeit des positiven

1) Phil. Trans. Roy. Soc. 1900.

Ions zu 1,36 cm/sec für ein Potentialgefälle von 1 Volt/cm bei atmosphärischem Druck und Zimmertemperatur. Es scheint, als ob die Geschwindigkeit des positiven Trägers der erregten Radioaktivität dieselbe oder wenigstens keine sehr verschiedene ist von derjenigen des positiven Ions, welches durch Röntgen- oder Becquerel-Strahlen erzeugt wird.

Bei den vorstehenden Versuchen haben wir die Übertragung der Radioaktivität in einem elektrischen Felde betrachtet. Dieselbe Entwickelung findet auch ihre Anwendung, wenn kein elektrisches Feld wirkt. In diesem Falle entsteht die erregte Radioaktivität an den Elektroden durch Diffusion des Trägers zu ihrer Oberfläche hin. Der Betrag von erregter Radioaktivität an einem gegebenen Körpersystem wird also von dem Betrage der radioaktiven Ausströmung in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft abhängen.

Überlegen wir, in welcher Weise der positive Träger zum Überführungsmittel der erregten Strahlung wird, so bieten sich zwei Erklärungen dar. Die erste ist die in einer früheren Mitteilung aufgestellte (l. c.), nämlich, dass das durch die Ausströmung erregte positive Ion die Fähigkeit hat, radioaktives Material der Ausströmung an seiner Oberfläche zu verdichten, ähnlich wie sich Wasserdampf in einem feuchten Gase an dem negativen Ion kondensiert. Jeder Träger würde so eine Spur von radioaktiver Substanz an die negative Elektrode tragen. Die andere Erklärung, die mir von Professor J. J. Thomson nahe gelegt wurde, ist die, dass die Moleküle der Ausströmung die Fähigkeit haben, negativ geladene „Korpuskeln" oder Elektronen auszusenden, ähnlich wie das Radium im festen Zustande. Jedes Molekül, welches ein negatives Korpuskel ausgesandt hat, behält eine positive Ladung zurück und wird darum an die negative Elektrode übergeführt.

Beide Erklärungen würden genügen, um die Ablagerung radioaktiver Substanz irgend welcher Art an der negativen Elektrode anschaulich zu machen. Die Ansicht, dass erregte Radioaktivität durch eine strahlende Substanz verursacht wird, die sich an Körpern ablagert, ist bis zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit bestätigt. Ich brauche nur zwei der zwingendsten Thatsachen zur Bestätigung dieser Anschauung zu erwähnen. Bei der Untersuchung der vom Thorium erregten Aktivität habe ich gezeigt (l. c.), dass der Betrag der an Körpern erregten Radioaktivität von der chemischen Natur der Substanz völlig unabhängig ist. Derselbe Betrag wird auf Glimmer, Papier oder Metallen unter gleichen Bedingungen abgelagert. Ich habe auch gezeigt, dass die auf einem Metalle, z. B. Platin, erregte Radioaktivität teilweise in Säure gelöst werden kann, und in der Lösung zurückbleibt. Dampft man die Lösung trocken ein, so bleibt die Radioaktivität im Rückstand. Hieraus erhellt, dass die Radioaktivität von einem Niederschlag radioaktiver Substanz herrührt, welche ein bestimmt definiertes chemisches Verhalten zeigt. Dieser Ansicht steht es nicht im Wege, dass an einem stark radioaktiven Körper eine Gewichtsänderung nicht nachgewiesen werden kann; denn aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Strahlungsfähigkeit dieser Substanz für ein gegebenes Gewicht ungeheuer viel grösser, als bei den aktivsten Proben von Radium, die man bisher hergestellt hat.

Was wir bisher wissen, genügt noch nicht, um endgültig zwischen den beiden Anschauungen zu entscheiden, die bestimmt sind, die Entstehungsweise des positiven Trägers zu erklären, der das Überführungsmittel ist.

Die von J. J. Thomson angeregte Elektronenthorie scheint die einfachste Erklärung der Erscheinungen zu sein; aber ehe man sie endgültig annimmt, sind noch gewisse Dissonanzen zwischen Theorie und Experiment aufzulösen. Ich habe (l. c.) gezeigt, dass bei Drucken von der Grössenordnung 1 mm Quecksilber die erregte Radioaktivität in einem elektrischen Felde nicht auf die negative Elektrode beschränkt ist, sondern sich über die ganze Wand des Gefässes verteilt. Nach der Elektronentheorie würde die Radioaktivität in einem starken elektrischen Felde bei allen Drucken völlig auf die Kathode beschränkt sein. Bei den erwähnten Versuchen war das elektrische Feld nicht sehr stark, und es ist möglich, dass der positive Träger eine hohe Anfangsgeschwindigkeit in dem Momente erhält, wo das Elektron von dem Molekül weggeschleudert wird. Wenn das Elektron eine Anfangsgeschwindigkeit von 10^{10} cm/sec hat, würde dies bestimmt der Fall sein. Trotzdem das elektrische Feld sehr gross ist, ist es so möglich, dass einige der positiven Träger eine genügend grosse Geschwindigkeit haben, um zu entrinnen und an die Anode zu gelangen. Gewisse Erscheinungen, die man beobachtet hat, unterstützen diese Auffassung.

Es sind jetzt Versuche im Gange, die Verteilung der Radioaktivität bei den tiefsten Drucken, die man erhalten kann, im starken elektrischen Felde zu untersuchen. Ich hoffe, dass diese Experimente in die vorgetragenen Anschauungen noch mehr Licht hineinbringen werden.

Mc Gill Universität. Montreal, 15. Dez. 1901.

(Aus dem Englischen übersetzt von H. Th. Simon.)

(Eingegangen am 22. Januar 1902.)

Das rotierende Magnetfeld, eine verallgemeinerte Methode seiner Erzeugung und das „Drehfeld im Raume".

Von J. J. Taudin Chabot.

Sind drei äquidistante Stellen der Wicklung des rotierenden Ankers einer Gleichstromdynamo mit Wechselpolinduktion im einfachen (sogenannten zweipoligen) Magnetfelde leitend verbunden mit drei ebenfalls äquidistanten Teilen der Wicklung eines ruhenden Pacinotti-Grammeschen Ringes, so resultiert hier ein diametrales, im Kreise wanderndes Magnetfeld, kurz „Drehfeld" genannt; seine Winkelgeschwindigkeit, ω_1, ist gleich der Winkelgeschwindigkeit, ω, des Dynamoankers: $\omega_1 = \omega$.

In üblicher Weise graphisch dargestellt, zeigen die drei Wechselströme, deren Zusammenwirken das Drehfeld erzeugt, bei gleichen Amplituden, nach dem Zeitintervall $\frac{2\pi}{3\omega}$ differierende Phasen (Abscissen) und eine stets o bleibende algebraische Summe ihrer Simultanwerte (Ordinaten).

Die Beziehung $\omega = \omega_1$ enthält eine Beschränkung, welche aber der geschilderten Generatoranordnung — die, ausser an Demonstrationsmodellen, in der Technik vorkommt beim „Konverter" und bei der „Doppeldynamo" — notwendig anhaftet. Es soll gezeigt werden, wie eine geringe Modifikation die Beschränkung aufhebt.

Nähere Betrachtung lehrt nämlich, dass die jeweils momentane Lage des Drehfeldes am ruhenden Ringe, dem „Drehfeldringe", allgemein bedingt wird, durch die Lage des Systems der drei äquidistanten Anschlussstellen an die Wicklung des rotierenden Ankers relativ zum „Schenkelfelde" des Generators. Variiert man demnach die Lage des Systems der Anschlussstellen relativ zum Felde und unabhängig von der Rotation des Ankers, so muss die Bewegung des Drehfeldes synchron dieser Variation erfolgen. Findet einmal dieselbe statt mit gleicher Winkelgeschwindigkeit wie die Drehung des Generatorankers, so besteht Synchronismus für die Bewegungen von Anker und Drehfeld, tritt mithin der mit $\omega = \omega_1$ charakterisierte Vorgang als Spezialfall in die Erscheinung.

Zur Verwirklichung eignet sich in einfachster Weise eine Anordnung, die an den „Kollektor" einer zweipoligen magnetelektrischen oder dynamoelektrischen Maschine — oder aber eines Gleichstrommotors, welcher sodann einen automatischen, wellenförmig kontinuierlich arbeitenden, verketteten Mehrfachstromwender darstellt, — neben die erforderlichen zwei „Bürsten" noch ein System von drei Bürsten im gemeinsamen Halter 120° auseinander liegend, anbringt. Der Dreibürstenhalter ist drehbar (dementsprechend führen die zugehörigen drei Leiterverbindungen über Schleifkontakte), seine Bewegung wird bewirkt entweder mit der Hand, oder durch die Ankerrotation selbst und zwar vermittelst einer für beliebige Übersetzungsverhältnisse einstellbare Vorrichtung. Im letzten Falle kann man, indem der Generator oder der automatische Stromwender anhaltend seine normale Geschwindigkeit behält, durch blosses Handhaben jener Vorrichtung, die sich unschwer noch als „Reversiersteuerung" durchbilden lässt, jeden, innerhalb der durch die jeweilige Konstruktion gegebenen Grenzen, möglichen Geschwindigkeitsgrad des Drehfeldes am ruhenden Drehfeldring erreichen, während dasselbe in voller, bezw. in von der Geschwindigkeit unabhängig veränderlichen Stärke fortbesteht.

Ausser zu Zwecken der Demonstration aller Erscheinungen des Drehfeldes — namentlich der Übersichtlichkeit wegen, mit welcher sie die Wirkung sowohl des synchronen wie des asynchronen „Drehstrommotors" darzulegen gestattet —, dürfte die Anordnung auch zu Laboratoriumsarbeiten, nicht nur über Drehfelderscheinungen, sondern überall dort wo in weiten Grenzen leicht regulierbare Geschwindigkeiten benötigt sind, sich bequem erweisen. Nach demselben Prinzip technisch brauchbare langsam laufende Elektromotoren kleinster Dimensionen, ohne Kollektor oder Schleifringe, zu konstruieren, kann wohl nur für besondere Fälle in Frage kommen, wobei stets zu bedenken bleibt, dass die als Generatrix funktionierende Maschine (mit dem rotierenden Dreibürstenhalter) grösser sein soll als der Konsumptor (der Apparat, welcher die elektrische Energie verbraucht, im Drehfelde mechanische abgebend), um das Eintreten einer mit der Rotation des Dreibürstensystems merklich schwankenden Belastung der Antriebsmaschine des Generators zu vermeiden.

Ferner bietet sich hier die Möglichkeit einer instruktiven Vorführung der Übertragung von Zeigerstellungen vermittelst Ströme sinusoidal schwankender Intensitäten mit unveränderlich äquidistanten (120°) Phasen, wozu der sodann „von Hand bethätigte" Dreibürstenhalter als „Sender", ein polarisierter Anker im Drehfeldring in Verbindung mit einem Zeiger als „Empfänger" funktioniert. (Die schon bekannte, den gleichen Zweck verfolgende Anordnung der Stromverteilung durch zwei diametrale Kontakte geführt neben einen kreisförmigen Widerstand, an welchen in Bogendistanzen von 120° die drei Leitungen angeschlossen sind, zeigt notwendig der hier beschriebenen gegenüber die Eigentümlichkeit, dass die Phasendifferenzen nicht konstant sind, sondern variabel, und zwar als Funktion des Winkels der veränderten

Orientierung, infolgedessen die Bewegung am Empfänger nicht streng synchron derjenigen am Sender stattfindet, sondern um einen mittleren Synchronismus pendelnd.

Dass schliesslich, wenn man zwei oder drei Drehfeldringe rechtwinklig gekreuzt kombiniert, das Drehfeld nach Baily[1]) und Ferraris[2]) aus einem Drehfeld in der Ebene sich erweitert zu einem „Drehfeld im Raume", welches bei entsprechender Senderanordnung in jede denkbare Raumlage — wie sie eine im Felde Cardanisch gelagerte Magnetnadel kennbar macht — gebracht werden kann, sei zur Vervollständigung hervorgehoben. Möglicherweise könnte auf diesem Wege ein Beitrag gewonnen werden zur Veranschaulichung gewisser kosmisch-magnetischer, erdmagnetischer, vielleicht auch molekular-mechanischer Verhältnisse und Vorgänge.

Ein Modell zum „Drehfeld im Raume" entsteht wie folgt: „Sender" und „Empfänger" sind gleich gestaltet, — eventuell nur jener grösser als dieser, — und zwar in der Weise, dass man um eine Kugel aus Holz (passend unterteilt zum späteren Herausnehmen) oder Gips (welcher nachträglich herausgemeisselt wird) in vorgedrehten Nuten, nach zwei oder drei sich rechtwinklig schneidenden grössten Kreisen einige Lagen Eisendraht aufwickelt, abwechselnd zu jedem Ring eine Lage. Das nach dem Herausnehmen der Kugel sich ergebende käfigartige Gebilde wird in seinen einzelnen Teilen, wie der Pacinotti-Grammesche Ring, mit isoliertem Kupferdraht bewickelt. Der „Sender" erhält sodann in diesem Kugelraum einen konzentrisch und Cardanisch gelagerten entsprechend kräftigen Elektromagnet, der „Empfänger" einen ebenso allseitig beweglichen (Cardanisch gelagerten oder in Flüssigkeit schwebenden) leichten Zeiger aus weichem Eisen, eventuell mit „Kurzschlusswicklung". Wird nun der Elektromagnet am Sender mit Einphasenwechselstrom erregt, so resultiert, bei passender Leiterverbindung (5 bis 6 Drähte) zwischen Sender und Empfänger, am Empfänger ein eben solches, einfaches (zweipoliges) Wechselfeld: der dortige Zeiger nimmt eine feste Lage ein und ändert diese nur mehr, wenn der mit Wechselstrom erregte Elektromagnet des Senders — etwa, indem man ihn mit der Hand bewegt — seine Orientierung im Raume verändert.

Degerloch (Wttbg.), 13. Januar 1902.

(Eingegangen 23. Januar 1902.)

1) Walter Baily, Phil. Mag. **46**, 286, 1879. (Veröffentlicht durch die Physical Society, nach dem Vortrag in der Sitzung vom 28. Juni 1879. Communicated by the Physical Society, having been read at the meeting on June 28.)

2) Galileo Ferraris, Atti d. R. Ac. d. Sc. d. Torino **23**, 360, 1888.

VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN VON DER 73. NATURFORSCHERVERSAMMLUNG ZU HAMBURG.

M. Möller (Braunschweig), Dreh- und Centralschwingung in Beziehung zu Magnetismus und Elektrizität. [1])

Maxwell führte die Fernwirkung elektrischer und magnetischer Kräfte auf einen Zwangszustand im Zwischenmittel zurück, die Wirkung des Magnetismus insbesondere auf Drehung der Teilchen. Der Vortragende weist nun auf den Unterschied einer Drehung um den Schwerpunkt (Rotation) und einer Drehung um einen anderen Punkt (Drehschwingung) hin. An einem Gestell mit Pendeln wurden Eigenschaften der Drehschwingung gezeigt und ist dargethan, dass sich Drehschwingungen leicht in die Ferne leiten lassen, nicht aber Rotationen von Teilchen. Sodann wurden an Konstruktions-Zeichnungen und Modellen die bei Ausbreitung von Drehschwingung im Raum sich ergebenden statischen und dynamischen Kraftwirkungen erläutert, welche sich einstellen müssen, wenn Drehschwingung von der Oberfläche eines Leiters, z. B. eines Rohres oder eines Drahtes, ausgeht. Anziehende und abstossende Kräfte folgen dann aus den Spannungsunterschieden des Zwischenmittels.

Ein Studium dieser Vorgänge setzt Untersuchungen über die Wirkung radial zu einem Centrum gerichteter Schwingungen voraus, welche der Vortragende Centralschwingungen nennt. Die von der Oberfläche des das Centrum bildenden Körpers ausgehenden Wellenberge wirken wie Kolben, welche Masse vor sich herschieben und allmählich durch Expansion ein Vakuum erzeugen, dessen Tiefe in Nähe der konvexen Oberfläche am grössten ist. Der statische Druck nimmt dann vom Centrum aus nach aussen zu. Alsdann verändern sich die vom Centrum ausgesandten Wellen, welchen radiale Schwingung zu Grunde liegt; sie verwandeln sich allmählich in stehende Wellen und senden dabei keine Energie mehr in den Raum hinein. Dieser ist für die Energie jener Bewegungsform radialer Schwingung dann gesättigt; er wirkt von nun an wie ein Isolator. Das ist eine Eigenschaft, welche diese stehenden

1) Abteilung 2, 25. September 1901.

Wellen radialer Schwingung mit statischer Elektrizität gemein haben.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 10. Oktober 1901.)

Leo Grunmach (Berlin), Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung flüssiger Luft. [1])

In einer früheren Abhandlung, welche der Berliner Akademie vorgelegt worden ist [2]), habe ich gezeigt, in welcher Weise man die Oberflächenspannung kondensierter Gase bei Anwendung der Kapillarwellenmethode bequem und sicher messen kann, und sie auch bereits für einige kondensierte Gase bestimmt. Inzwischen habe ich meine Untersuchungen auf andere kondensierte Gase ausgedehnt, insbesondere zahlreiche Messungen an flüssiger Luft ausgeführt, deren Mitteilung den Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes bilden soll. [3])

Die Versuchsanordnung und Beobachtungsmethode war dieselbe wie bei meinen früheren Versuchen. [4]) Die flüssige Luft wurde unmittelbar vor dem Beginn der Messungen aus den zur Aufbewahrung dienenden doppelwandigen versilberten Dewarschen Sammelgefässen durch Filter in ebensolche halbkugelförmige Dewarsche Gefässe hineinfiltriert. Diese ruhten möglichst erschütterungsfrei auf einem Dreifusse, welcher durch einen in der Grundplatte des Stimmgabelstativs befindlichen kreisförmigen Ausschnitt hindurchragend, also unabhängig vom Stimmgabelstativ, fest aufgestellt war. Die Gefässe sind ebenso wie die Stimmgabelspitzen auf das sorgfältigste rein zu halten.

Da die flüssige Luft sich in ihrer chemischen Zusammensetzung bekanntlich mit der Zeit stark ändert und zwar bei offenem Stehen wegen des leichtern und schnellern Verdampfens des Stickstoffs immer sauerstoffreicher wird, so wurde, um einen etwaigen Einfluss des Sauerstoffgehalts auf die Oberflächenspannung festzustellen, mit flüssiger Luft von verschiedenem Sauerstoffgehalt gearbeitet und letzterer bei jeder Beobachtungsreihe auf gasanalytischem Wege bestimmt. Diese Bestimmungen geschahen nach einer von Herrn W. Hempel [1]) ausgebildeten Absorptionsmethode, welche auf der Thatsache beruht, dass eine rasche und vollständige Sauerstoffabsorption stattfindet, ohne dass nebenbei irgend welche andere Gasentwickelung erfolgt, wenn man das Sauerstoffgas mit metallischem Kupfer (in Form von Drahtbündeln oder kleinen Röllchen von Drahtnetz) und einer Lösung zusammenbringt, welche zu gleichen Teilen aus einer gesättigten Lösung von kohlensaurem Ammoniak und einer einfach verdünnten Ammoniaklösung vom spezifischen Gewicht 0,93 besteht. Eine kleine Probe der zu untersuchenden flüssigen Luft wurde mittels eines Löffelchens möglichst rasch unter eine in einem grossen Wasserbehälter befindliche mit Wasser gefüllte Glasglocke gebracht, wo sie natürlich sofort verdampfte. Nachdem sie die Temperatur der umgebenden Wassermasse angenommen, wurde mittels einer Winklerschen Gasbürette ein genau abgemessenes Volumen dieser Luft (am bequemsten 100 ccm) in die das Reagens enthaltende Absorptionspipette geleitet, wo sie etwa fünf Minuten verblieb. Nach dieser Zeit ist eine vollständige Absorption des Sauerstoffs erfolgt, und man bestimmt den Sauerstoffgehalt aus dem Volumen des übriggebliebenen in die Gasbürette zurückgeleiteten Stickstoffs. [2])

Bezüglich der Erregung der Kapillarwellen auf flüssiger Luft möchte ich besonders darauf aufmerksam machen, dass man, um stets sicher messbare Kapillarwellen zu erhalten, die Stimmgabelspitzen nicht tief, sondern nur eben in die Flüssigkeit eintauchen lassen und die Stimmgabel nur durch sanftes Anschlagen erregen darf; dann, aber auch nur dann, treten sie mit einer Schärfe und Konstanz auf, wie man sie schöner kaum bei reinem Quecksilber erhält. Bei tieferem Eintauchen dagegen treten, auch ohne besondere Erregung der Stimmgabel, merkwürdige Bewegungen der Flüssigkeitsoberfläche auf, welche die Ausbildung feststehender Interferenzwellen stören, so dass man letztere wohl durch eine photographische Momentaufnahme fixieren, aber nur sehr unsicher mit dem Mikrometermikroskop messend verfolgen kann.

Es sollen die Ergebnisse von acht Beobachtungsreihen, die mit flüssiger Luft von verschiedenem Sauerstoffgehalt angestellt worden sind, mitgeteilt werden. Während einer jeden Messungsreihe wurde eine Probe der jeweilig untersuchten flüssigen Luft entnommen und deren Sauerstoffgehalt gasanalytisch ermittelt.

---

1) Abteilung 2, 25. September 1901 (erschienen in den Berl. Ber. 25. Juli 1901, S. 914).

2) L. Grunmach, Berl. Berichte 1900, S. 829.

3) Diese Versuche sind von mir ausgeführt worden in der „Centralstelle für wissenschaftliche und technische Untersuchungen" zu Neubabelsberg. Ich benutze gern die Gelegenheit, dem ersten Direktor derselben, Herrn Prof. Dr. Will, für das gefällige Entgegenkommen, mit welchem er mir das Laboratorium dieses Instituts für meine Versuche zur Verfügung gestellt hat, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

4) L. Grunmach, Berl. Berichte 1900, S. 832. Ferner: Verhandl. der Deutschen Physik. Gesellsch., I. Jahrg., 1, 17, 1899. Ann. d. Phys. 3, 660 f., 1900.

1) Walter Hempel, Gasanalytische Methoden, III. Aufl., S. 143, 1900.

2) Die Mehrzahl der Sauerstoffbestimmungen war Herr Dr. Helmuth von Öttingen so gefällig auszuführen. Ich spreche ihm sowie Herrn Dr. Knüpffer für die mir gewährte Unterstützung meinen besten Dank aus.

Vor und nach jeder Beobachtungsreihe der Wellenlängen wurde mit dem Mikrometermikroskop die Entfernung der Stimmgabelspitzen ausgemessen und diese andererseits mittels des Horizontalkomparators auf das genaueste zu 2,0402 cm bestimmt. Die Siedetemperatur der flüssigen Luft wurde mittels des der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gehörigen, von C. Richter in Berlin aus Jenaer Glas 59^{III} verfertigten Petroleumäther-Thermometers Nr. 39 gemessen und im Mittel $-190,3^0$ C. gefunden. Die Oberflächenspannung α berechnet sich aus der Gleichung

$$\alpha = \frac{n^2 \lambda^3 \sigma}{2\pi},$$

in welcher λ die Wellenlänge, σ die Dichte und n die Schwingungszahl bedeutet. Für die benutzte Stimmgabel P. T. R. II. 38 ist nach der von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Prüfung

$$n_t = 253,13 - 0,025\,(t - 19,1^0).$$

Dichtebestimmungen habe ich an drei Proben flüssiger Luft mittels der Mohrschen Wage ausgeführt und gefunden für

1. frisch hergestellte flüssige Luft vom Sauerstoffgehalt 49,9 Prozent, die Dichte 0,984,
2. für flüssige Luft, die einige Stunden offen gestanden, vom Sauerstoffgehalt 60,2 Prozent, die Dichte 1,015,
3. für flüssige Luft, durch die 1 Stunde lang Druckluft hindurchgejagt worden war, vom Sauerstoffgehalt 67,6 Prozent, die Dichte 1,042.[1])

Ich gehe nunmehr zur Mitteilung der Beobachtungen der einzelnen Versuchsreihen über: (siehe die Tabelle auf der nächsten Seite).

Der Barometerstand und die relative Feuchtigkeit waren im Mittel bei den Versuchsreihen

I—IV:	V—VI:
763,2 mm und 27 Proz.	763,5 mm und 31 Proz.

VII—VIII:
762,4 mm und 40 Proz.

Ordnet man die spezifischen Kohäsionen und die Oberflächenspannungen nach dem Sauerstoffgehalt der flüssigen Luft, so erhält man folgende Zusammenstellung:

Sauerstoffgehalt	Spezifische Kohäsion $a^2 = \frac{n^2\lambda^3}{\pi}$	Oberflächenspannung $\alpha = \frac{a^2}{2}\sigma$	Siedetemperatur im Mittel
49,9 %	23,60	11,61 dynen cm	$-190,3^0$ C.
63,9	23,12	11,89 „	
65,3	23,30	12,05 „	
66,8	22,92	11,90 „	
67,6	22,86	11,91 „	
74.4	22,94	12,23 „	
76,45	23,30	12,51 „	
76,7	23,50	12,63 „	

Demgemäss scheint die spezifische Kohäsion der flüssigen Luft innerhalb der beobachteten Grenzen unabhängig von deren Sauerstoffgehalt zu sein und im Mittel den Wert 23,2 zu besitzen, welcher sich als Mittel aus den vorstehenden Werten ergiebt; naturgemäss muss dann die Oberflächenspannung der flüssigen Luft mit wachsendem Sauerstoffgehalt zunehmen, wie auch aus der Zusammenstellung ersichtlich ist.[1])

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 28. September 1901.)

Diskussion.

(Von den Beteiligten durchgesehen.)

Wachsmuth (Rostock). Wenn man die Spitze tiefer eintaucht, so kann man nicht klare Wellenbewegungen erwarten. Denn die im Innern der Flüssigkeit erregten Bewegungen pflanzen sich an die Oberfläche fort und stören dort die reinen Oberflächen-Erscheinungen.

v. Oettingen (Leipzig). Entsteht denn kein Kochen der Luft in dem Moment, wenn man die Spitze eintaucht?

Grunmach. Wenn man die Spitzen nur eben die Oberfläche der flüssigen Luft berühren lässt, dann tritt kein Kochen ein; wenn man sie aber tiefer eintaucht, dann sofort. Ferner ist darauf zu achten, dass die Spitzen, ebenso wie das Dewarsche Gefäss absolut rein sind. Wenn an einer Stelle des Dewarschen Gefässes auch nur ein Stäubchen sich befindet, so strömen von demselben unaufhörlich Blasen auf, welche die Beobachtung ausserordentlich stören. Bei anderen Flüssigkeiten, gewöhnlichen wie kondensierten (wenigstens den leichter kondensierbaren), können die Spitzen mehrere Millimeter tief eingetaucht werden, ohne dass die Kapillarwellen in ihrer Schärfe durch Strömungen aus dem Innern getrübt werden.

---

1) Diese Werte stimmen verhältnismässig gut überein mit Dichtebestimmungen der Herren A. Ladenburg und C. Krügel, (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **32**, I, 46, 1899), welche für

flüssige Luft vom Sauerstoffgehalt 53,83 % die Dichte 0,9951
„ „ „ „ 64,2 „ „ „ 1,029
„ „ „ „ 93,6 „ „ „ 1,112

gefunden haben. Für die sauerstoffreichere (mehr als 67,6 Prozent Sauerstoff enthaltende) flüssige Luft habe ich diese Zahlen in Verbindung mit den meinigen zur Berechnung der Dichte verwertet.

1) Während der Drucklegung dieses Aufsatzes finde ich in der Litteratur, dass Herr James Dewar aus Messungen kapillarer Steighöhen (Nature, **1653**, 243, 4. Juli 1901) für das Verhältnis der Oberflächenspannungen des Wassers und der flüssigen Luft den Wert 15,2 : 2 ermittelt, ferner, dass Herr Carl Forch (Physik. Zeitschr. **1**, 177, 1900) als vorläufigen Wert der Oberflächenspannung flüssiger Luft von der Dichte 1,1 (ebenfalls nach Messungen kapillarer Steighöhen) 1,2 bis 1,3 mg/mm mitteilt.

Mittlere Temperatur der flüssigen Luft: — 190,3° C.

Nr. der Versuchsreihe	Sauerstoff in Prozenten der flüssigen Luft	Dichte σ der flüssigen Luft	Spitzenentferng. in Mikrometerpartes	Mittl. halbe Wellenl. $\frac{\lambda}{2}$ i. Mikrom.-partes	Mittlere Temp. t d. Stimmgabel in °C.	Schwingungszahl n der Stimmgabel bei d. Temperat. t	Spezifische Kohäsion d. flüssig. Luft $a^2 = \frac{n^2\lambda^3}{\pi}$	Oberflächenspannung d. flüssig. Luft $\alpha = \frac{a^2\sigma}{2}$	Bemerkungen über die Herstellung der flüssigen Luft
I.	63.9	1.028	1470.9	37.6	24	253.01	23.12	11.89	Die Luft war Tags vorher verflüssigt und in einer Dewarschen Flasche aufbewahrt worden.
II.	66.8	1.039	1467.45	37.4	23	253.03	22.92	11.90	Die Luft war Tags vorher verflüssigt und in einer Dewarschen Flasche aufbewahrt worden.
III.	74.4	1.066	1471.1	37.5	22	253.06	22.94	12.23	Die Luft war Tags vorher verflüssigt und in einer Dewarschen Flasche aufbewahrt worden.
IV.	76.7	1.075	1465.0	37.65	23.05	253.04	23.50	12.63	Die Luft war Tags vorher verflüssigt und in einer Dewarschen Flasche aufbewahrt worden.
V.	65.3	1.034	1463.5	37.5	20,8	253.09	23.30	12.05	Die Luft war 2 Tage vor den Beobachtungen verflüssigt und in einer Dewarschen Flasche mit engem Hals aufbewahrt worden.
VI.	76.45	1.074	1461.7	37.45	20,6	253.09	23.30	12.51	Wie vorher; nur wurde die flüssige Luft vor den Messungen in eine weite Porzellanschale gegossen und und blieb in derselben, um den Stickstoff schneller fortzuschaffen, etwa eine halbe Stunde offen stehen. Vor der Messung wurde sie natürlich, wie immer, filtriert.
VII.	49.9	0.984	1445.5	37.2	21.7	253.06	23.60	11.61	Die flüssige Luft war unmittelbar vor Beginn der Messungen hergestellt worden.
VIII.	67.6	1.042	1449.1	36.9	22.7	253.04	22.86	11.91	Die flüssige Luft war einige Stunden vor Beginn der Messungen hergestellt worden. Um sie schneller vom Stickstoff zu befreien, wurde Druckluft etwa eine Stunde lang durch die flüssige Luft hindurchgejagt.

O. Lummer (Charlottenburg), Ein Photometer zur Messung der Helligkeit benachbarter Teile einer Fläche (Interferenz-Photo- und Pyrometer). [1])

Bei allen mir bekannten Photometern und den auf photometrischen Prinzipien beruhenden Pyrometern liegt das photometrische Kriterium im Endlichen. Durch welche Hilfsmittel man auch die zu messende Strahlungsquelle zur Erleuchtung der Photometerfelder zwingt, ob durch Anwendung diffus reflektierender Flächen, Mattscheiben oder geeigneter Linsenkombinationen, stets befinden sich die Photometerfelder selbst in der deutlichen Sehweite bez. bei Benutzung einer Lupe innerhalb deren Brennweite.

1) Abteilung 2, 23. Septbr. 1901.

Abweichend hiervon verhält sich das neue Photometer, bei welchem das photometrische Kriterium theoretisch im Unendlichen, praktisch auf dem zu messenden Objekte gelegen ist. Infolge dieser Eigenschaft bietet das neue Instrument, wie wir sehen werden, die Möglichkeit, ohne Anwendung irgend welcher Linsen die Helligkeitsverteilung im Raume zu bestimmen und auch sehr nahe benachbarte Teile einer diffus leuchtenden Fläche in Bezug auf ihre Helligkeit, Intensität oder Temperatur miteinander zu vergleichen. Gleichzeitig gestattet das neue Prinzip die Messung der Temperatur kleiner, anvisierter, selbstleuchtender fester Körper, gleichtemperierter Hohlräume, von Hochöfen etc. zu bestimmen und zwar in

besonders einfacher Weise unter Benutzung einer Hefnerlampe, einer Petroleumlampe oder einer Benzinkerze als Vergleichslichtquelle.

Das photometrische Kriterium. Als photometrisches Kriterium werden die sogenannten Herschelschen Interferenzstreifen an der Grenze der totalen Reflexion verwendet, welche entstehen, wenn man zwei rechtwinklige Prismen mit ihren Hypotenusenflächen aufeinanderlegt und längs der totalreflektierten Strahlen nach einer diffus leuchtenden Fläche oder matten Scheibe blickt. Da diese Interferenzstreifen im durchgehenden und reflektierten Lichte zu einander komplementär sind, so müssen sie verschwinden, wenn die beiden diffusen Flächen von gleicher Helligkeit sind. Es stellt daher der mit Mattscheiben versehene Würfel eine der vielen, möglichen Formen eines „idealen" Fettfleckes dar, welche Brodhun[1]) und ich in unserer ersten grösseren photometrischen Arbeit anführen. Dort haben wir auch erwähnt, dass diese spezielle Würfelform von Fuchs[2]) schon im Jahre 1880 als photometrisches Prinzip vorgeschlagen worden ist, ohne irgend welche Beachtung gefunden zu haben. Durch zahlreiche Einstellungen überzeugten wir uns jedoch, dass dieses Interferenzprinzip zwar sehr empfindlich ist, an Empfindlichkeit aber hinter unserem Würfel, zumal unter Benutzung des Kontrastprinzipes, zurückbleibt und wegen des stetigen Ueberganges der Intensität von einem hellen zum dunkeln Streifen auch stets bleiben muss. Die geringere Genauigkeit dieses Interferenzwürfels wird aber reichlich aufgewogen durch die Vorteile, welche derselbe bei der neuen und eigenartigen Verwendung mit sich bringt.

Wie ich schon an anderer Stelle dargethan habe[3]), sind die sogenannten Herschelschen Streifen identisch mit den „Kurven gleicher Neigung" oder den Ringen, welche an einer planparallelen Platte auftreten, welche von parallelen Büscheln gebildet werden und somit im Unendlichen zu liegen scheinen. Um sie also in möglichster Vollkommenheit zu erhalten, muss man vor allem die Luftplatte zwischen den beiden Prismen möglichst planparallel gestalten und um sie in ihrer ganzen Schärfe zu beobachten, muss man auf Unendlich akkommodieren oder sich eines Fernrohres bedienen. Erst wenn die Luftschicht sehr dünn ist, wie bei zwei direkt aufeinander gelegten Prismen wird man von der Akkommodation unabhängig. Nur infolge dieses Umstandes hat Fuchs diese Streifen überhaupt sehen können,

1) O. Lummer u. E. Brodhun, Zeitschr. f. Instrumentenk. **9**, 41—50, 1889.

2) Fr. Fuchs, Wied. Ann. **11**, 465—473, 1880.

3) O. Lummer, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin S. 504—513, 1900.

da er ausdrücklich vorschreibt, auf die nahe dem Würfel befindlichen matten Scheiben zu akkommodieren.

Wendet man aber eine planparallele Luftplatte an und bedient sich eines Fernrohres, dann kann man die matten Scheiben auch in beliebige Entfernung bringen oder sie ganz fortlassen und direkt nach der Lichtquelle blicken. Stets wird man die Interferenzringe wahrnehmen. Theoretisch liegen die Ringe zwar im Unendlichen, thatsächlich sieht man sie aber bei Beobachtung mit blossem Auge oder mit einem schwach vergrössernden Fernrohre auf allen Objekten liegen, die man durch den Würfel anvisiert.

Zwei weitere Vorzüge haften den Planparallelitätsringen in der Nähe der Totalreflexion an, welche sie gegenüber allen anderen Interferenzerscheinungen förmlich dazu prädestinieren, in den Dienst der Photometrie gestellt zu werden. Erstens besitzen diese Streifen infolge der Mitwirkung aller vielfach in der Luftplatte hin und her reflektierten Strahlen eine ausserordentliche Schärfe[1]), wie sie sonst nur den Beugungserscheinungen an Gittern eigen ist und zweitens sind sie an der Stelle der grössten Schärfe achromatisch.[2])

Anwendung des Photometers.

a) Messung von Lichtstärken. Dieser hier nur untergeordnete Zweck wird erreicht, wenn man, wie es schon Fuchs gethan hat, vor den Würfel im durchgehenden und im reflektierten Lichte matte Scheiben bringt. Man vergleicht dann die von der einen Lichtquelle am Orte der einen matten Scheibe hervorgebrachte Beleuchtungsstärke mit der von der andern Lichtquelle am Orte der andern matten Scheibe erzeugten Helligkeit. Wir wollen die Lampe im reflektierten Lichte als die Vergleichslichtquelle bezeichnen.

Als solche kann man entweder eine auf konstantem Strome gehaltene Glühlampe verwenden, deren Lichtstärke man in Hefnerkerzen kennt, oder man benutzt direkt die Hefnerlampe.

b) Vergleichung der Helligkeitsverteilung auf einer leuchtenden Fläche. Für diesen Zweck nimmt man die matte Scheibe im durchgehenden Lichte fort, so dass man durch den Würfel hindurch auf die zu messende Fläche blickt. Denken wir uns z. B. als Objekt die Flamme eines Gas-Breitbrenners; dann entsteht im Fernrohr ein diskontinuierliches Abbild der Flamme, weil sie da, wo die Minima liegen, überhaupt nicht sichtbar ist. Die Maxima aber sind von verschiedener Helligkeit,

1) Vgl. O. Lummer, „Eine neue Interferenzmethode zur Auflösung feinster Spektrallinien", Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. **3**, 85—98, 1901. Vergl. auch diese Zeitschr. **3**, 172, 1902.

2) Lord Rayleigh, Phil. Mag. (5) **28**, 197, 1889.

falls die Gasflamme nicht an allen Stellen gleich intensiv leuchtet. Dies erkennt man sehr deutlich, wenn man die Vergleichs-Lichtquelle der matten Scheibe so weit nähert, bis die Minima auf dem Bilde der Gasflamme verschwunden sind. Dies Verschwinden ist nämlich nicht für alle Minima gleichzeitig zu bewirken, da die Gasflamme an den verschiedenen Stellen verschieden hell ist.

Statt der Gasflamme kann man jede beliebige helle Fläche im Raume anvisieren und so mit grosser Bequemlichkeit die Helligkeitsverteilung im Raume feststellen. Ja, man kann mit einem Blick oder vermittelst einer kleinen Drehung des Instrumentes direkt überschauen, wie die Helligkeit auf einer Lampenglocke, auf einer Wolke, längs eines glühenden Platinbleches etc. von Stelle zu Stelle wechselt. Die Streifen verschwinden vollkommen nur bei gleicher Färbung der zu vergleichenden Flächen.

Aber auch wenn man mehr oder weniger gefärbte Objekte, wie die Tische in einem Zimmer, die Dächer der Häuser, das Grün des Laubes, anblickt, kann man eine wenn auch nur ungenaue Einstellung bewirken. Nähere Versuche müssen freilich darthun, inwieweit solche Vergleichungen ungleich gefärbter Objekte von Wert sind.

c) Messung von Temperaturen. Schon früher hat man auf photometrischem Wege Temperaturen zu bestimmen versucht.[1]) Dazu stellte man sich eine Beziehung her zwischen der Temperatur eines Körpers und seiner photometrischen Energie für eine bestimmte Wellenlänge oder einen durch ein rotes Glas begrenzten Spektralbezirk, extrapolierte diese empirische Kurve, wenn nötig, und trug in dieselbe die an einem beliebigen, hocherhitzten Körper gemessene Helligkeit ein. Daraus ergab sich dann auch die unbekannte Temperatur dieses Körpers.

Einen Fortschritt bedeutete es, als H. Wanner[2]) zur Herstellung der Kurve den schwarzen Körper zu Grunde legte. Jedoch erwiesen sich seine aus Messungen an der Zirkonlampe gezogenen Schlüsse als unrichtig und die mit Hilfe der schwarzen Körperkurve bestimmten Temperaturen erhielten erst den genügenden Grad von Sicherheit, als den Kurven des schwarzen Körpers auch diejenigen des blanken Platins gegenübergestellt waren.[3])

1) Vgl. Le Chatelier und Boudouard „Températures élevées". Paris 1900. Diese Zeitschr. **1**, 226, 1900; **3**, 112, 1901.

2) H. Wanner, Ann. d. Phys. **2** 141—157, 1900. Vgl. auch F. Paschen u. H. Wanner, Sitzungsber. d. k. Akad. Wissensch. zu Berlin S. 5—11, 1899.

3) O. Lummer u. E. Pringsheim, „Die Temperaturbestimmung hoch erhitzter Körper (Glühlampe etc.) auf bolometrischem und photometrischem Wege", Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. **3**, Nr. 4, 36—46, 1901.

Diese Versuche von Pringsheim und mir zeigten, dass weissglühendes Platin für jede Wellenlänge zwar nur halb soviel photometrische Energie wie der schwarze Körper gleicher Temperatur aussendet, dass aber beide Energien einander schon gleich sind, falls Platin eine nur um etwa 100° höhere Temperatur besitzt.

Hieraus folgt erstens, dass die photometrische Temperaturbestimmung im wesentlichen von der Art des strahlenden Körpers unabhängig ist, falls er nur zu den undurchsichtigen Temperaturstrahlern gehört; zweitens aber geht daraus hervor, dass die Genauigkeit der photometrischen Einstellung eine sehr nebensächliche Rolle spielt. Ein Einstellungsfehler von 10 Proz. bewirkt in der Temperaturbestimmung erst einen Fehler von etwa 10° bei der Temperatur weissglühenden Platins.

Die Bedeutung der „schwarzen" Temperaturkurve wird noch beträchtlich erhöht, seitdem man infolge von Strahlungsmessungen im ultraroten Gebiet[1]) die allgemeine Spektralgleichung der schwarzen Strahlung kennt[2]), wenigstens soweit es für die vorliegenden Zwecke nötig ist. Danach kann man behaupten, dass die Kurve:

$$\log E = f(1/T),$$

wo E die Helligkeit und T die abs. Temperatur des schwarzen Körpers bedeutet, für jede Wellenlänge im sichtbaren Spektralgebiet bis gegen 5000° eine Gerade ist, wie es die Wiensche Spektralgleichung[3]) tälschlich für alle Temperaturen und auch für die langen Wellen verlangt, für welche diese logarithmische „Gerade" schon bei sehr niedrigen Temperaturen gekrümmt ist. Von 5000° an nimmt die Kurve $\log E = f(1/T)$ aber auch im sichtbaren Gebiete eine Krümmung an.

Die für eine sichtbare Wellenlänge bis zu den thermo-elektrisch messbaren Temperaturen von etwa 1600° C. empirisch gefundene gerade Linie:

$$\log E = f(1/T)$$

darf also ohne Bedenken bis zu 5000° einfach verlängert werden, so dass man aus ihr auch die allerhöchsten Temperaturen mit Hilfe einer einzigen photometrischen Einstellung erschliessen kann.

Erst infolge dieser verschiedenen wichtigen Ergebnisse war die sichere Basis gewonnen, auf der man zur Benutzung der spektralphoto-

1) Vgl. O. Lummer u. E. Pringsheim, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. **1**, 23—41 und 215—235, 1899; **2**, 163—180, 1900; **3**, 36—46, 1901. Ferner H. Rubens u. F. Kurlbaum, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 929—941, 1900; Ann. d. Phys. **4**, 649—666, 1901. Eine historische und kritische Darstellung der Strahlungsmessungen bis 1900 vgl. in O. Lummer, Le rayonnement des Corps noirs, Rapp. Intern. Congrès, Paris 1901.

2) M. Planck, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. **2**, 202—204, 1900.

3) W. Wien, Wied. Ann. **58**, 662—669, 1896.

metrischen Methode für die Temperaturbestimmung übergehen und zur Konstruktion genauer „optischer Pyrometer" für sehr hohe Temperaturen schreiten konnte.

Ein sehr wesentlicher Teil bei einem optischen Pyrometer ist die Vergleichslichtquelle, da die gesamte Helligkeit sehr schnell mit der Temperatur ansteigt.[1]) Benutzt man als Vergleichslicht eine Glühlampe, so kann man sich zur Konstanthaltung ihrer Leuchtkraft entweder der Kompensationsmethode bedienen oder aber eines empfindlichen Ampèremeters, um direkt den elektrischen Heizstrom zu messen, wie es beim optischen Pyrometer von Holborn und Kurlbaum[2]) geschieht.

Besonders einfach gestaltet sich diese Frage in unserem Falle. Ja, die Eigenart des neuen Photometers, dass sein Kriterium nicht wie bei den bisherigen Photometern und Pyrometern im Endlichen liegt, sondern auf dem anvisierten Objekte, kommt erst zu ihrer vollen Geltung bei der Benutzung des Photometers als optisches Pyrometer, da bei ihm eine Hefnerlampe, Benzinflamme oder Petroleumlampe als Vergleichslichtquelle vollkommen ausreicht. Nimmt man nämlich ausser der matten Scheibe im durchgehenden Lichte auch noch die matte Scheibe im reflektierten Lichte fort, so blickt man vermittelst der gespiegelten Strahlen auch direkt in die Vergleichslichtquelle. Benutzt man als solche z. B. eine Hefnerlampe, so wird man selbst bei etwaiger Aenderung der Gesamthelligkeit dieser Flamme doch noch die gleichen Temperaturbestimmungen erhalten, wenn man auf das Verschwinden der Streifen im hellsten Teile der Hefnerkerze einstellt, da die Flächenhelligkeit gerade dieser Stelle nur unwesentlich von der Form, Grösse und Gestalt, d. h. der gesamten Leuchtkraft der Flamme abhängen dürfte. Dies gilt von jeder Flamme, da ihre Flächenhelligkeit von der Menge der in der Flamme suspendierten glühenden Kohlenstoffteilchen und der Temperatur abhängt, von denen erstere eine Funktion der Gestalt und Grösse der Flamme ist, während letztere durch die Verbrennungswärme des vergasten Kohlenwasserstoffes bedingt ist. In anderen Worten heisst das also, eine Kerze bleibt immer eine Kerze, ein Hefnerlicht ein Hefnerlicht und eine Amylacetatflamme eine Amylacetatflamme, insofern unabhängig von der Flammenhöhe die hellste Stelle stets nahezu dieselbe Temperatur, Farbe und Flächenhelligkeit haben wird. Bei Einhaltung der Vorschriften[1]) kann übrigens auch die gesamte Leuchtkraft der ganzen Hefnerflamme bis auf einige Prozente konstant gehalten werden. Um auf die hellste Stelle der Vergleichsflamme einstellen zu können, wird man natürlich das Bild der ganzen Flamme im Gesichtsfeld abbilden und zu diesem Zwecke die Lampe in die Brennebene einer Linse setzen.

1) O. Lummer u. F. Kurlbaum, Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges. **2**, Nr. 8, 89—92, 1900 und Ann. d. Phys. **5**, 829 bis 856, 1901.

2) H. Holborn u. F. Kurlbaum, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, S. 712—719, 1901.

Als Lichtschwächungsmittel kommen Rauchglasplatten und Nicolsche Prismen[2]) in Betracht, deren gegenseitige Stellung an einem Teilkreise ablesbar ist; ausserdem ist bei Anwendung von Mattscheiben auch die direkte Entfernungsänderung zu benutzen. Der vorgeführte, von Fr. Schmidt & Haensch in Berlin konstruierte Apparat ähnelt im Äusseren einem L. Weberschen Photometer. Das Visierrohr ist zugleich mit dem Würfel, mit dem zur Aufnahme der Rauchglasplatten bestimmten Behälter und der Nicolmessvorrichtung um die Achse des zweiten Rohres mit der Vergleichslichtquelle drehbar. In diesem bewegt sich eine kleine Glühlampe, deren Strom konstant gehalten und deren Entfernung von der matten Scheibe gemessen werden kann. Diese Mattscheibe kann ebenso wie diejenige im durchgehenden Lichte zurückgeschlagen werden. Ausserdem können vor die Mattscheibe geeignet gewählte Rauchglasplatten eingeschoben werden.

Statt des Rohres mit der Glühlampe kann man ein zweites Rohr benutzen, welches in geeignetem Behälter die Hefnerlampe trägt, eventuell auch eine kleine Petroleumlampe aufnehmen kann.

1) Vgl. die Beglaubigung der Hefnerlampe durch die Physik.-Techn. Reichsanstalt; Schillings Journ. f. Gasbel. **34**, 489—492 u. 509—512, 1891; **36**, 341—346, 1893.

2) Anmerkung bei der Korrektur: Inzwischen angestellte Versuche haben ergeben, dass die Schärfe der Herschelschen Streifen wesentlich von der Art des auffallenden Lichtes abhängt. Licht, welches in der Einfallsebene polarisiert ist, giebt viel schärfere Streifen als senkrecht zur Einfallsebene polarisiertes Licht. Es bedarf daher erst noch einer genaueren Diskussion, ob die Messvorrichtung durch Nicolsche Prismen überhaupt anwendbar ist. Andererseits ist diese neue Thatsache von grosser Bedeutung bei meiner Interferenz-Methode zur Auflösung feinster Spektrallinien (Verhdlgn. d. Deutsch. Phys. Ges. **3**, 85—98, 1901), welche durch die Anwendung von in der Einfallsebene polarisierten Lichtes an Auflösungskraft gewonnen hat. (Vergl. O. Lummer und E. Gehrcke „Über den Bau der Quecksilberlinien", Berl. Akad. Ber. 1902, p. 11—17).

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 12. November 1901.)

REFERATE.

Photochemie.

Besorgt von Privatdozent Dr. K. Schaum.

R. Neuhauss, Direkte Farbenphotographie durch Körperfarben. Photographische Rundschau, Jahrgang 1902, S. 1—11.

Eine direkte Wiedergabe der natürlichen Farben durch photographische Verfahren ist bekanntlich auf zwei prinzipiell verschiedenen Wegen möglich: einmal durch die zuerst von Zenker diskutierte Wirkung stehender Lichtwellen auf gewisse lichtempfindliche Systeme, welche durch die klassischen Untersuchungen von Wiener nachgewiesen, sowie durch die glänzenden Versuche von Lippmann zur Wiedergabe der natürlichen Farben angewendet worden ist; zweitens durch das Verfahren der Farbenphotographie durch Körperfarben, dessen sich bereits Seebeck, Becquerel, Poitevin u. a., sowie auch Zenker bedienten, dessen Theorie aber erst in einer grundlegenden Arbeit Wieners entwickelt worden ist. Der Grundgedanke dieser Theorie ist folgender. Wird ein Gemisch verschiedener farbiger, lichtempfindlicher Stoffe mit farbigem Lichte beleuchtet, also beispielsweise unter einem bunten Transparentbild belichtet, so reflektiert unter roten Abschnitten des Transparentes der in der Mischung vorhandene rote Farbstoff das rote Licht und wird nicht verändert; die übrigen an derselben Stelle vorhandenen Farbstoffe absorbieren das rote Licht und werden ausgebleicht; es bleibt also nur die rote Farbe übrig; ganz entsprechend verläuft der Vorgang unter den anders gefärbten Abschnitten des Transparentes.

Auf Wieners Darlegungen und Versuchen fussend, haben Vallot, Worel u. a. an Stelle der bisher verwandten, durch Vorbelichtung gefärbten Subhaloide des Silbers Gemische lichtempfindlicher organischer Farbstoffe gesetzt. Die Anwendung derartiger Substanzen liess es möglich erscheinen, nach einem Vorschlag von N. Witt, die übrigbleibenden Farbstoffe vor späterer Zerstörung durch das Licht zu schützen, indem man dieselben durch geeignete Mittel auf der Unterlage fixierte und lichtbeständig machte; ebenso war bei der Verwendung ausbleichender Farbstoffe die Möglichkeit einer Wiedergabe von Weiss weit eher zu erwarten, als bei den Silbersubhaloiden.

Einen ausserordentlichen Fortschritt auf dem Gebiet der Farbenphotographie durch Körperfarben hat uns die jüngste Zeit gebracht. Dem durch zahlreiche wertvolle photographische Untersuchungen, besonders durch seine Arbeiten über Lippmanns Methode und durch den mikrophotographischen Nachweis der Zenkerschen Blättchen in Lippmannschen Photographien wohlbekannten Forscher R. Neuhauss ist es gelungen, die bisher sehr geringe Empfindlichkeit der Farbstoffgemische in hohem Grade zu steigern, sowie auch die Fixierung der zurückbleibenden Farben auf einfachem Wege zu erzielen. Neuhauss untersuchte zunächst 30 Farbstoffe auf ihre Lichtempfindlichkeit, indem verschiedenartige Papier- und Zeugproben, vornehmlich Filtrierpapier, mit wässeriger resp. alkoholischer Lösung der betreffenden Stoffe gefärbt und sodann dem weissen Lichte ausgesetzt wurden. Als besonders lichtempfindlich erwiesen sich: Chinolinrot, Erythrosin, Rose bengale, Phloxin, Eosin, Uranin, Thiazolgelb, Cyanin, Krystallviolett. Hierauf untersuchte Verf. das Verhalten von Farbstoffmischungen; die Ausbleichversuche wurden in der Weise vorgenommen, dass die in der Mischung gebadeten Papierstreifen nach dem Trocknen unter Transparenten, die durch Zusammenkitten von roten, gelben, grünen und blauen Glasstreifen gebildet waren, dem Sonnenlicht ausgesetzt wurden. Rot und Gelb kamen fast durchweg vorzüglich, dagegen war die Wiedergabe von Grün und Blau schlecht; doch gelang eine weit bessere Nachbildung dieser Farben, als Verf. Chlorophyll der Mischung zusetzte, oder noch besser, das Filtrierpapier vor dem Baden in der Anilinfarbenmischung mehrmals in alkoholischer Chlorophylllösung vorbadete und darauf trocknete. Empfehlenswerte Farbstoffgemische für das zweite Bad sind: Erythrosin + Uranin + Methylenblau; Rose bengale + Thiazolgelb + Methylenblau (oder Krystallviolett); Eosin + Uranin + Methylenblau. Diese und ähnliche Zusammenstellungen geben bei ein- bis dreistündiger Belichtung in direkter Sonne die Farben wieder.

Die Thatsache, dass das Bleichen der Farbstoffe ein Oxydationsvorgang ist, brachte Verf. auf den Gedanken, der Mischung oxydierende Substanzen zuzusetzen. Da sich ferner gezeigt hatte, dass das Ausbleichen gewisser Farbstoffe sehr schnell in Gelatine erfolgt, wurde Gelatine mit Wasserstoffsuperoxyd[1]) angesetzt und sodann die Farbstoffe in konzentrierter Lösung hinzugegeben. Als sehr geeignet erwies sich das Gemisch: Erythrosin (oder Eosin) + Uranin (oder Thiazolgelb) + Methylenblau + Chlorophyll. Die Mischung wird auf Milchglasplatten aufgetragen; die Trocknung muss bei gelinder Wärme innerhalb einer Stunde erfolgen. Um ein möglichst gutes Blau zu bekommen, über-

1) Nach D'Arcy (Philos. Mag. [6] 3. 42—52. 1902) wird Wasserstoffsuperoxyd im Licht schneller zersetzt, als unter sonst gleichen Bedingungen im Dunkeln. (Ref.)

zieht man die Platte mit Kollodium, welches das Methylenblau löst; man kann dieses auch direkt dem Kollodium zusetzen. Diese Platten zeigen nun eine Empfindlichkeit, welche derjenigen des Albuminpapiers gleichkommt. Nach 5 Minuten langem Belichten im direkten Sonnenlicht unter einem farbigen Transparent erhält man ausexponierte Farben. Kameraaufnahmen werden voraussichtlich bei hohem Sonnenstand unter Anwendung lichtstarker Objektive zwei bis drei Stunden erfordern. Werden die Platten längere Zeit aufbewahrt, so verlieren sie ihre Empfindlichkeit, erhalten dieselbe jedoch durch Baden in Wasserstoffsuperoxyd wieder.

Sehr merkwürdig ist die Thatsache, dass die Platte nur dann eine hohe Empfindlichkeit besitzt, wenn sie während der Belichtung mit Glas bedeckt ist; Verf. führt dies darauf zurück, dass der beim Belichten freiwerdende Sauerstoff durch die aufliegende Glasplatte in unmittelbarster Nähe der Bildschicht gehalten wird und hier beim Ausbleichen mitwirkt. Um die Bildung von Sauerstoffbläschen in der Schicht möglichst zu vermeiden, badet Verf. die Platten in Natriumsulfitlösung oder setzt diese der Mischung von vornherein zu.

Eine „halbe Fixierung" der Platte ist durch den Umstand, dass die Mischung vornehmlich nur unter einer aufliegenden Glasschicht empfindlich ist, gegeben; eine sehr viel vollständigere Fixierung lässt sich jedoch erreichen, wenn man das fertige Bild kurze Zeit in einer Kupfersalzlösung badet und darauf auswäscht. Allerdings wird durch diese Behandlung leicht eine Veränderung der Farben (Grünstich) herbeigeführt.

Verf. hofft, dass baldmöglichst zahlreiche Forscher die Arbeit fortsetzen mögen; er vermutet, dass bei der Prüfung anderer künstlicher und natürlicher Farbstoffe, sowie bei Anwendung anderer sensibilisierender Oxydationsmittel vielleicht Wege gefunden werden, die Empfindlichkeit der Präparate bis zur Verwendbarkeit zu kurzen Kameraaufnahmen zu steigern.

Nach Ansicht des Ref. erscheint es nicht ausgeschlossen, dass sich durch Vervollkommnung der Neuhaussschen Farbstoff-Gelatine kopierfähige farbige Photographien werden herstellen lassen. Karl Schaum.

(Eingegangen 24. Januar 1902.)

Tagesereignisse.

Mit Rücksicht auf die grosse Bedeutung der Technik wird vom nächsten Sommerhalbjahr ab auch an der Berliner Universität Unterricht in den technischen Wissenschaften erteilt werden, wie dies in Göttingen schon seit längerer Zeit geschieht und sich dort aufs beste bewährt hat. Es handelt sich dabei natürlich nicht um Unterricht für Techniker und Ingenieure, deren Ausbildung den technischen Hochschulen obliegt, sondern lediglich darum, den Studierenden aller Fakultäten, insbesondere den Naturwissenschaftlern, Mathematikern Physikern und Landwirten, namentlich aber den Juristen und künftigen Verwaltungsbeamten, die heute unerlässliche Kenntnis und das Verständnis der technischen Wissenschaften und ihrer Werke zu vermitteln. Damit hängt die kürzlich bereits mitgeteilte Ernennung des Geh. Regierungsrats Professor Slaby von der Technischen Hochschule in Charlottenburg zum ordentlichen Honorarprofessor an der Berliner Universität zusammen. Derselbe wird in jedem Sommerhalbjahr für die Universitätsstudierenden eine kurze Vorlesung über Elektrotechnik halten. Mit Rücksicht auf die dazu erforderlichen Geräte u. s. w. werden diese Vorlesungen in seinem Laboratorium an der Technischen Hochschule stattfinden. Ferner wird der jetzt zum ausserordentlichen Professor an der Berliner Universität ernannte Professor der Technischen Hochschule Eugen Meyer, der vordem in Göttingen Vorlesungen über Maschinenlehre und Übungen gehalten hat, über Einführung in die moderne Maschinentechnik (für Studierende aller Fakultäten und besonders für künftige Verwaltungsbeamte), sowie weiter über ausgewählte Abschnitte aus der technischen Physik (für Studierende der angewandten Mathematik und Physik) lesen. Endlich ist noch eine Vorlesung über Maschinenkunde mit Zeichenübungen für Chemiker in Aussicht genommen.

Auch die Universität Jena schliesst sich durch die unten mitgeteilten Neueinrichtungen der von Göttingen eingeleiteten Bewegung an. In Göttingen selbst ist es laut Fakultätsbeschluss von jetzt ab gestattet, als eines der drei bei der Doktorprüfung anzugebenden Fächer, angewandte Mathematik oder angewandte Physik zu wählen; nur muss gleichzeitig auch reine Mathematik bezw. Physik gewählt sein. Die erforderlichen Unterrichts- und Forschungseinrichtungen bestehen bekanntlich seit längerer Zeit in Göttingen und erfahren durch diesen Fakultätsbeschluss eine bedeutsame Festigung.

Für Zwecke der Universität Jena hat die Karl Zeiss-Stiftung wieder reichliche Aufwendungen gemacht. So wird aus den Mitteln dieser Stiftung eine Professur für chemische Technologie errichtet. Diese Anstalt wird in dem jetzigen physikalischen Institute, nach dessen Übersiedlung in das neue Gebäude am Landgrafen, Unterkunft finden. Endlich wird die Karl Zeiss-Stiftung für Zwecke der neuerrichteten Professur für angewandte Mathematik, deren Inhaber seit 1. Januar d. J. Ingenieur Adolf Rau aus Nürnberg ist, ein neues Gebäude errichten. Für die innere Einrichtung der neuen technischen Institute hat Dr. Schott, Leiter der Glashütte Dr. Schott und Genossen, 50000 M. zur Verfügung gestellt.

Im neuen Kultusetat der Universität Breslau ist die Errichtung eines Extraordinariats für Mathematik vorgesehen.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Der ausserordentliche Professor für Chemie an der Münchener Universität J. Thiele wurde zum ordentlichen Professor in Strassburg an Stelle Fittigs, der Privatdozent der Physik an der Universität Innsbruck Hammerl zum ausserordentlichen Professor ernannt.

In Leipzig hat sich Dr. M. Henge für Chemie habilitiert.

In Christiania ist am 14. Januar der Professor Cato Maximilian Guldberg im Alter von 66 Jahren gestorben.

Die von uns in Heft 8 gebrachte, auch durch die Tagespresse verbreitete Notiz von der Berufung eines Privatdozenten Faguart als ausserordentlichen Professor für Mathematik an die Universität Genf ist nach einer offiziellen Genfer Mitteilung unzutreffend. Danach ist eine derartige Berufung überhaupt nicht erfolgt, ausserdem der Name Faguart in den dortigen Hochschulkreisen unbekannt.

Berichtigungen.

Der Aufsatz in No. 9 von R. R. Ramsey ist nicht von H. Karsleys, sondern von H. Karstens übersetzt. (Vgl. **3**, 182, 1902.) In dem Aufsatze von N. Zuntz **3**, 184, 1902, ist aus Versehen die Fussnote 4 verdruckt. Sie soll heissen: Magnus Blix, Studien über Muskelwärme. Skandin. Arch. f. Physiol. Bd. 12, 1901, S. 52.

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.